

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**“TRES PATRONES PORTA INJERTOS Y SU EFECTO SOBRE EL  
CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE PLANTA EN UN MUTANTE  
DE LIMÓN SUTIL SIN SEMILLA (*Citrus aurantifolia* Swingle) EN  
CIENEGUILLO SUR - SULLANA”**

**PRESENTADA POR:**

**Br. GUSELLY NOHELY ROJAS GARCÍA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PIURA, PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**“TRES PATRONES PORTA INJERTOS Y SU EFECTO SOBRE EL  
CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE PLANTA EN UN MUTANTE  
DE LIMÓN SUTIL SIN SEMILLA (*Citrus aurantifolia* Swingle) EN  
CIENEGUILLO SUR - SULLANA”**

**PRESENTADA POR:**

---

Br. GUSELLY NOHELY ROJAS GARCÍA

TESISTA

---

Dr. HEBER ARNALDO ALCOSER CALLE

ASESOR

**PIURA, PERÚ**

**2018**

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE LA TESIS

Yo, **GUISELLY NOHELY ROJAS GARCÍA** identificado con DNI N° 47952636, bachiller de la Escuela Profesional de Agronomía, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura, con domiciliado en Urb. Los Educadores mz G lote 4, Distrito de Piura, Provincia Piura, Departamento Piura, Celular 938448437, Email: [guissellyrojas2017@gmail.com](mailto:guissellyrojas2017@gmail.com).

**DECLARO BAJO JURAMENTO:** Que la tesis que presento es auténtica e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada y/o realizada en el Perú o en el extranjero, en caso de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 18 de octubre del 2018



---

GUISELLY NOHELY ROJAS GARCÍA

DNI: 47952636

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**




**TESIS**

**“TRES PATRONES PORTA INJERTOS Y SU EFECTO SOBRE EL  
CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE PLANTA EN UN MUTANTE  
DE LIMÓN SUTIL SIN SEMILLA (*Citrus aurantifolia* Swingle) EN  
CIENEGUILLO SUR - SULLANA”**

**APROBADA POR:**

  
Ing. VÍCTOR SANDOVAL CRUZ M.Sc.  
PRESIDENTE

  
Ing. PEDRO MIGUEL REYES MORE M.Sc  
VOCAL

  
Ing. ANA MARÍA MONTERO SALAZAR  
SECRETARIO

**PIURA, PERÚ**

**2018**





UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
UNIDAD DE INVESTIGACION  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



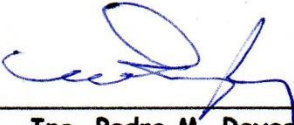
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
088 - 2018-UIFA-UNP


Los miembros del jurado calificador que suscriben, congregados para estudiar el Trabajo de Tesis denominado "TRES PATRONES PORTA INJERTOS Y SU EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE PLANTA EN UN MUTANTE DE LIMON SUTIL SIN SEMILLA (*Citrus aurantifolia Swingle*) EN CIENEGUILLO SUR - SULLANA", conducido por la BR. GUISELLY NOHELY ROJAS GARCÍA asesorado por el Dr. Heber Alcoser Calle.

Luego de oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, la declaran APROBADA....., en consecuencia queda en condiciones de ser calificada APTA para gestionar ante el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de conformidad con lo estipulado en el artículo N° 171, inciso 2° del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 28 de Noviembre del 2018.

  
Ing. Víctor Sandoval Cruz M.Sc.  
Presidente

  
Ing. Pedro M. Reyes More MSc.  
Vocal

  
Ing. Ana Maria Montero Salazar  
Secretario

## DEDICATORIA

A **Dios**, por darme la vida y por brindarme sabiduría, conocimiento para alcanzar este objetivo importante en mi carrera profesional.

A mis padres, **Tito Libio Rojas Neyra y Yobany García Cruz**, quienes me enseñaron el camino de superación y lucha constante para salir adelante, por sus esfuerzos, la confianza y apoyo incondicional brindado, sus consejos y sacrificios para que pudiera culminar mi carrera profesional y hacer de mí una mejor persona.

A mi **MamaOrfe**, gracias por llevarme en tus oraciones, por las enseñanzas impartidas, valores y aportes que has realizado en vida.

A mis **hermanos Darwin y Diego**, por su apoyo brindado y por los buenos momentos que vivimos.

## AGRADECIMIENTO

Es satisfactorio y gratificante haber culminado con una de muchas metas por lograr en mi carrera profesional, por tal motivo quiero agradecer a quienes han formado parte de este logro:

A mi asesor, **Dr. Heber Arnaldo Alcoser Calle** por la orientación constante y sobre todo por darme la oportunidad de haber desarrollado este trabajo de tesis.

A los miembros del jurado de tesis **el Ing. Víctor Sandoval Cruz** - presidente; **Ing. Ana María Montero Salazar** - secretaria y al **Ing. Pedro Miguel Reyes More** - vocal del jurado calificador, por su aportes y observaciones en el trabajo de investigación.

A mis padres, hermanos y familiares que de alguna forma me ayudaron en mi formación personal y profesional, que sin su apoyo no hubiese llegado hasta aquí.

A todos mis amigos (as) y profesores que han formado parte de mi desarrollo profesional.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó como parte complementaria de un proyecto que estudia la factibilidad para la creación de una nueva variedad de limón, teniendo como principal atributo la producción de frutos sin semilla, pero con las mismas características de calidad del limón Sutil que se produce en Piura. El objetivo fue determinar las características de crecimiento inicial, brotamiento del primer flujo vegetativo, longitud, velocidad de crecimiento y engrosamiento de este mutante, injertado en tres portainjertos: limón Volkameriano, limón Rugoso y mandarina Cleopatra. La idea del proyecto es continuar posteriormente con las observaciones de producción a través de otros trabajos de investigación. Los resultados obtenidos en esta investigación proporcionan información básica para caracterizar la mutación con referencia al crecimiento inicial en tres patrones diferentes. Al término de la investigación se llegó a las siguientes conclusiones: a) Los portainjertos limón Rugoso y Volkameriano demostraron mayor efecto que mandarina Cleopatra sobre el crecimiento en altura de planta y diámetro de tallo del clon del limón sin semilla al inicio del crecimiento. No se observa efecto sobre la característica diámetro de copa. b) El limón Volkameriano demostró ser el portainjerto que induce el mayor crecimiento de ramas del mutante de limón Sutil sin semilla, al superar a limón Rugoso y mandarina Cleopatra en longitud y en diámetro de brote. Asimismo, el limón Volkameriano supera al limón Rugoso en velocidad de crecimiento, longitud y en diámetro. c) Limón Volkameriano y mandarina Cleopatra con 108 y 110 días, respectivamente, presentan el menor tiempo de brotamiento de segundo flujo, sobre el limón Rugoso que presenta 114 días. d) De acuerdo a las observaciones de plagas y enfermedades, realizadas en el campo experimental durante los 180 días de evaluación, no se logró detectar diferencias en la incidencia de plagas y enfermedades entre los patrones limón Volkameriano, limón Rugoso y mandarina Cleopatra. Se recomienda continuar las investigaciones de la mutación en los mismos portainjertos, durante un tiempo más prolongado, para determinar su comportamiento en rendimiento y calidad de fruta, así como su estabilidad en la producción de frutos sin semilla. Asimismo, continuar las evaluaciones fitosanitarias para determinar susceptibilidad a factores adversos.

**Palabras clave:** Sutil sin semilla, portainjertos, partenocarpia.



## ABSTRACT

The present research work was executed as a complementary part of a project that studied the feasibility for the creation of a new variety of lemon, having as main principle the production of fruits without seeds, but with the same characteristics of the quality of the lemon that is produced in Piura. The objective was to determine the characteristics of the initial growth, the sprouting of the first vegetative flow, the length, the growth rate and the thickening of this mutant, grafted in three rootstocks: Volkamerian lemon, Rough lemon and Cleopatra mandarin. The idea of the project is to continue with the observations through other research works. The results in this investigation provide basic information to characterize the mutation with reference to initial growth in different patterns. The term of the investigation reached the following:

- a) The rootstocks Lemon Rugoso and Volkameriano showed better effect than Cleopatra mandarin on the growth in the height of the plant and the diameter of the stem of the seedless lemon at the beginning of growth. The effect on the characteristic of the diameter of the cup is not observed.
- b) The Volkamerian lemon proved to be the pattern to inactivate the greater growth of the branches of the seedless Sutil lemon, to overcome the Rough lemon and Cleopatra mandarin in length and in the bud diameter. Volkamerian lemon also exceeds Lemon Rough in growth speed, length and diameter.
- c) Volkamerian Lemon and Cleopatra mandarin with 108 and 110 days, respectively, present the shortest time of sprouting of the second flow, on the Rough lemon that presents 114 days.
- d) According to observations of pests and diseases, carried out in the experimental field during the 180 days of evaluation, no differences were found in the incidence of pests and diseases of the Volkamerian, Lemon Rough and Cleopatra mandarin patterns. It is recommended to continue with the investigations of the mutation in the same patterns, for example, for a longer time, to determine its behavior in the yield and quality of the fruit, as well as its stability in the production of seedless fruits. Also, continue with the phytosanitary evaluations to determine the susceptibility to adverse factors.

**Keyword:** Subtle seedless, patterns carrying grafts, partenocarpia.

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	1
<b>CAPÍTULO 1: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA</b>	<b>2</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática	2
1.2. Justificación e importancia de la realidad problemática	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Delimitación de la investigación	4
1.4.1. Delimitación espacial	4
1.4.2. Delimitación temporal	4
1.4.3. Costo del proyecto	4
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
2.1. Antecedentes de la investigación	5
2.2. Bases teóricas	8
2.2.1. Clasificación taxonómica	8
2.2.2. Características generales de la planta de limón	9
2.2.3. Condiciones agroecológicas del limonero	11
2.2.4. Propagación del limón	13
2.2.5. El patrón	14
2.2.6. El injerto	16
2.2.7. Estructuras vegetativas y reproductivas	17
2.2.8. Antecedentes de la mutación	19
2.2.9. Plagas y enfermedades del limón	19
2.3. Hipótesis	28
2.3.1. Hipótesis general	28
2.3.2. Hipótesis específica	29
<b>CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>30</b>
3.1. Enfoque y diseño	30
3.2. Sujetos de la investigación	30

3.2.1. Universo	30
3.2.2. Población	30
3.2.3. Muestra	30
3.3. Métodos y procedimientos	30
3.3.1. Análisis de suelo	30
3.3.2. Información meteorológica	31
3.3.3. Materiales y equipos	31
3.3.4. Conducción del cultivo	32
3.3.5. Proceso experimental	33
3.3.6. Diseño experimental	34
3.3.7. Análisis estadístico	34
3.3.8. Factores en estudio	34
3.3.9. Características del campo experimental	35
3.3.10. Observaciones experimentales	35
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	38
4.1. Análisis de suelo	38
4.2. Datos meteorológicos	39
4.3. Características morfológicas	41
4.3.1. Altura de planta	41
4.3.2. Diámetro de injerto	45
4.3.3. Diámetro de copa	49
4.3.4. Inicio de brotamiento del primer flujo	52
4.3.5. Longitud de brote	54
4.3.6. Diámetro de brote	58
4.3.7. Inicio de brotamiento del segundo flujo	61
4.3.8. Velocidad de crecimiento del brote (primer flujo)	63
4.3.9. Velocidad de engrosamiento del brote (primer flujo)	66
4.3.10. Número de hojas por brote	69
4.3.11. Incidencia de plagas y enfermedades	72
<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES</b>	77
<b>CAPÍTULO 6: RECOMENDACIONES</b>	78
<b>CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFÍA</b>	79
<b>ANEXOS</b>	82

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 2.1 Exigencias en clima y suelo	10
Tabla 2.2 Contenido de sustancias nutritivas en 100 gramos de limón	11
Tabla 3.3 Determinaciones y métodos del análisis de suelo	31
Tabla 3.4 Distribución de los portainjertos	34
Tabla 3.5 Grados de infestación de plagas	37
Tabla 4.6 Resultados análisis físico – químico del suelo	39
Tabla 4.7 Registros meteorológicos mensuales durante el tiempo que duró el experimento	40
Tabla 4.8 Resultados de la evaluación de altura de planta en 5 momentos durante 180 días (cm)	43
Tabla 4.9 Prueba de T Student para comparar promedios de altura de planta en tres portainjertos durante 180 días	44
Tabla 4.10 Resultados de la evaluación del diámetro de injerto en 5 momentos durante 180 días (mm)	47
Tabla 4.11 Prueba de T Student para comparar promedios del diámetro de injerto en tres portainjertos en 5 momentos durante 180 días	48
Tabla 4.12 Resultados de la evaluación inicial y final del diámetro de copa durante 180 días (cm)	50
Tabla 4.13 Prueba de T Student para comparar promedios de la evaluación inicial y final del diámetro de copa en tres portainjertos	51
Tabla 4.14 Resultados de la evaluación del inicio de brotamiento del primer flujo (días)	53
Tabla 4.15 Prueba de T Student para comparar promedios del inicio de brotamiento del primer flujo en tres portainjertos	53
Tabla 4.16 Resultados de la evaluación inicial y final de la longitud del brote (cm)	56
Tabla 4.17 Prueba de T Student para comparar promedios de longitud de brote en tres portainjertos durante 90 días.	57
Tabla 4.18 Resultados de la evaluación inicial y final del diámetro de brote (mm)	59

Tabla 4.19 Prueba de T Student para comparar promedios del diámetro de brote en tres portainjertos durante 90 días.	60
Tabla 4.20 Resultados de la evaluación del inicio de brotamiento del segundo flujo (días)	62
Tabla 4.21 Prueba de T Student para comparar promedios del inicio de brotamiento del segundo flujo en tres portainjertos	62
Tabla 4.22 Resultados de la evaluación de velocidad de crecimiento del brote (mm/día)	64
Tabla 4.23 Prueba de T Student para comparar promedios de velocidad de crecimiento del brote en tres portainjertos	65
Tabla 4.24 Resultados de la evaluación de velocidad de engrosamiento del brote (mm/día)	67
Tabla 4.25 Prueba de T Student para comparar promedios de velocidad de engrosamiento del brote en tres portainjertos	68
Tabla 4.26 Resultados de la evaluación del número de hojas por brote	70
Tabla 4.27 Prueba de T Student para comparar promedios del número de hojas por brote en tres portainjertos	71
Tabla 4.28 Resultados de las evaluaciones de plagas en los tres portainjertos	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 2.1 Diagrama del proceso de unión de un patrón con el injerto	17
Figura 2.2 Marcadores moleculares que muestran las diferencias entre plantas normales y mutantes por cada primer	19
Figura 4.3 Efecto de tres portainjertos sobre la altura de planta en un mutante de limón sin semilla	42
Figura 4.4 Efecto de tres portainjertos sobre el diámetro de injerto en un mutante de limón sin semilla	46
Figura 4.5 Efecto de tres portainjertos sobre el diámetro de copa en un mutante de limón sin semilla	49
Figura 4.6 Efecto de tres portainjertos sobre el inicio de brotamiento del primer flujo en un mutante de limón sin semilla	52
Figura 4.7 Efecto de tres portainjertos sobre la longitud de brote en un mutante de limón sin semilla	55
Figura 4.8 Efecto de tres portainjertos sobre la longitud de brote en un mutante de limón sin semilla cada 15 días	55
Figura 4.9 Efecto de tres portainjertos sobre el diámetro de brote en un mutante de limón sin semilla cada 15 días	58
Figura 4.10 Efecto de tres portainjertos sobre el inicio de brotamiento del segundo flujo en un mutante de limón sin semilla	61
Figura 4.11 Efecto de tres portainjertos sobre la velocidad de crecimiento del brote, en un mutante de limón sin semilla	63
Figura 4.12 Efecto de tres portainjertos sobre la velocidad de engrosamiento del brote, en un mutante de limón sin semilla	66
Figura 4.13 Efecto de tres portainjertos sobre el número de hojas por brote, en un mutante de limón sin semilla	69
Figura 4.14 Efecto de tres portainjertos sobre la incidencia de plagas, en un mutante de limón sin semilla	75
Figura 4.15 Efecto de tres portainjertos sobre el porcentaje de hojas dañadas por planta, en un mutante de limón sin semilla	76



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Croquis del campo experimental	83
Anexo 2. Distribución de los brotes para evaluar plagas	83
Anexo 3. Resumen de los descriptores para <i>Citrus</i> sp del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) aplicado al Limón sutil de la planta mutante de donde se ha obtenido el material de propagación. (Reyes y Reyes, 2012)	84
Anexo 4. Altura de planta parámetro evaluado durante 180 días en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos (cm)	86
Anexo 5. Diámetro de injerto parámetro evaluado durante 180 días en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos (mm)	87
Anexo 6. Diámetro de copa parámetro evaluado al inicio y al final del experimento en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos (cm)	88
Anexo 7. Número de días del inicio de brotamiento del primer flujo en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos	89
Anexo 8. Longitud de brote a 45 y 90 días de iniciado el experimento en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos (cm)	90
Anexo 9. Diámetro de brote a 45 y 90 días de iniciado el experimento en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos (mm)	91
Anexo 10. Número de días del inicio de brotamiento del segundo flujo en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos	92
Anexo 11. Velocidad de crecimiento del brote (primer flujo) en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos	93
Anexo 12. Velocidad de engrosamiento del brote (primer flujo) en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos	94
Anexo 13. Número de hojas por brote a 45 y 90 días de iniciado el experimento en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos	95
Anexo 14. Promedio de evaluaciones entomológicas realizadas en el campo experimental durante los 6 meses que duró el proyecto de investigación	96
Anexo 15. Resultados del Análisis de suelo	97

Anexo 16. Cartilla entomológica para evaluar poblaciones de plagas importantes en el cultivo de limonero	98
Anexo 17. Galería de fotos de los materiales empleados en la fase de campo	99
Anexo 18. Galería de fotos de la metodología realizada en campo	100

## INTRODUCCIÓN

El limón (*Citrus aurantifolia*) es un cultivo de gran importancia, principalmente para pequeños productores que dependen de este frutal en gran medida; la principal zona productora de limón en el 2016 fue Piura con 54,8 %. (MINAGRI, 2017). Piura es la principal región productora de limón de nuestro país con 16 904 hectáreas cultivadas, las provincias de mayor producción de limón en Piura son: Valle de San Lorenzo, que cuenta con 9 738 hectáreas de limonero, seguido de Sullana con 4 108 hectáreas y Chulucanas con 1 445 hectáreas. (SENASA, 2018). La producción de cítricos durante los últimos años tiene una gran importancia económica en la región de Piura, lo que representa implementar e innovar tecnologías alternativas viables con el fin de mejorar la producción, calidad de fruto y rentabilidad del cultivo.

El presente trabajo de investigación, se ejecutó como parte complementaria de un proyecto que estudia la factibilidad para la creación de una nueva variedad de limón, que tenga como principal atributo la producción de frutos sin semilla, pero con las mismas características de calidad del limón Sutil que se produce en Piura. La característica de fruto sin semilla mejoraría sustancialmente la competitividad del limón y de los agricultores piuranos, considerando que no existe un cultivar comercial de limón Sutil sin semilla. La base del estudio es un clon mutante de limón Sutil, descubierto y caracterizado morfológica y molecularmente por (Alcoser y Reyes, 2012) en una plantación comercial de limón Sutil en Cieneguillo, Sullana.

El propósito del presente trabajo de investigación fue determinar las características de crecimiento inicial, brotamiento del primer flujo vegetativo, longitud, velocidad de crecimiento y engrosamiento de este mutante, injertado en tres portainjertos: limón Rugoso, limón Volkameriano y mandarina Cleopatra. La idea del proyecto es continuar posteriormente con las observaciones de producción a través de otros trabajos de investigación. Los resultados obtenidos en esta investigación proporcionan información básica para caracterizar la mutación, con referencia al crecimiento inicial en tres patrones diferentes.

# **CAPÍTULO 1**

## **ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El limón Sutil (*Citrus aurantifolia* S.) constituye en la región norte del Perú, uno de los frutales de mayor importancia, ya que de su cultivo dependen numerosas familias, productores y empresas agroindustriales. A nivel nacional existen 19 832 ha, de las cuales, Piura cuenta con 11 658 ha con una producción anual que sobrepasa las 149 mil toneladas y que representa un movimiento económico de 64`893 420 nuevos soles al año para los agricultores limoneros de Piura. (MINAGRI, 2016)

La producción de limón Sutil en el Perú, prácticamente sólo cuenta con una variedad comercial, que aunque está bien adaptada a las condiciones agroecológicas de las regiones productoras y que genera buenos rendimientos, su comercialización, está limitada al mercado nacional, debido al inconveniente de producir frutas pequeñas y con mucha semilla, que no le permiten competir en igualdad de condiciones con otras variedades, como el limón Tahití que presenta frutos sin semilla, de mayor tamaño y con mayor presencia en el mercado internacional, pero que no posee los niveles de acidez que presenta el limón Sutil de Piura. (Alcoser, 2017)

La oferta mundial de limón está orientada a satisfacer el mercado de fruta fresca, de alta calidad, ausencia de semillas y alto contenido de acidez; así como para atender las necesidades de la industria que exige alta calidad en jugos y aceites esenciales. El limón Sutil que se produce en Piura, tiene la ventaja de tener buena producción y alto contenido de acidez, pero la presencia de semillas en el fruto, le resta competitividad para el mercado de exportación.

Alcoser y Reyes (2012) en Piura, mediante pruebas moleculares, determinaron la existencia de dos clones mutantes de limón Sutil, cuya principal característica era la presentación de frutos sin semilla o con poca semilla. Actualmente existe un campo experimental donde se estudian estos clones en diferentes portainjertos.

El problema de la investigación se formula y delimita en la siguiente pregunta: ¿Cómo y en qué medida tres portainjertos determinan el crecimiento y desarrollo inicial en un mutante de limón Sutil sin semilla (*Citrus aurantifolia* Swingle) en Cieneguillo Sur – Sullana?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Con la presente tesis se pretende continuar con una serie de trabajos de investigación, orientados a constituir las bases científicas para la creación de una nueva variedad de limón Sutil. Esta variedad será capaz de producir frutos con las mismas características organolépticas de calidad del limón Sutil (acidez), pero, además no presenta semillas. Estas nuevas características de producción mejorarán las condiciones de competitividad de los agricultores piuranos.

Los resultados obtenidos permitirán generar conocimiento sobre el comportamiento de este clon mutante en función a los diferentes portainjertos estudiados, lo cual es importante en el diseño del sistema de producción de esta nueva variedad.

El beneficiario final de esta investigación será la comunidad científica, que dispondrá de información relevante para la búsqueda de una variedad de limón sin semilla, con las características organolépticas del limón Sutil; en el futuro, serán los pequeños, medianos y grandes productores de limón Sutil de Piura, Chiclayo y Tumbes, y en general todos los agricultores de estos valles, que contarán con una nueva alternativa de producción.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo general:**

- Determinar el efecto de tres portainjertos sobre el crecimiento y desarrollo de planta, en un mutante de limón Sutil sin semilla en Cieneguillo Sur, Piura, el 2016.

### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- Determinar el efecto de tres portainjertos sobre el crecimiento de brotes en una mutación de limón Sutil.
- Determinar el efecto de tres portainjertos sobre el crecimiento de la planta en una mutación de limón Sutil.
- Determinar el efecto de tres portainjertos sobre la incidencia de plagas y enfermedades.

## **1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

**1.4.1. Delimitación espacial:** El proyecto de investigación se desarrolló en una parcela de limonero ubicado en Cieneguillo Sur, Valle del Chira, distrito y provincia de Sullana, departamento de Piura. La ubicación geográfica esta referenciada a latitud 4° 59' 20" S, longitud 80° 40' 48" W y altitud 62 msnm.

**1.4.2. Delimitación temporal:** La fase experimental se ejecutó entre los meses de enero a julio del 2016.

**1.4.3. Costo del proyecto:** El proyecto de investigación tuvo un costo total de 2 841 soles.



## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Reyes y Reyes (2012). En un estudio de caracterización fenotípica de tres variantes de limón Sutil, en el que se incluían las 2 mutaciones del presente estudio, llegaron a las siguientes conclusiones:

a) Las tres variantes de limón Sutil estudiadas corresponden a individuos mutantes. Los marcadores moleculares ISSR (UBC 834, UBC 835 y UBC 841) permitieron identificar a los individuos mutantes de limón.

b) De la caracterización fenotípica de los individuos mutantes, se ha establecido características diferenciales con el limón Sutil que se siembra en Piura, principalmente dos mutaciones de limón que presentan frutos sin o con poca semilla, y una mutación con ramas colgantes.

c) La planta mutante sin semilla 1, presenta, como principales características: Un hábito de crecimiento similar al limón Sutil que se cultiva en la zona; 2,6 semillas por fruto como promedio, espesor de cascara muy superior a la planta normal, cáscara del fruto rugosa y hojas encrespadas.

d) La planta mutante sin semilla 2, presenta como características diferenciales al limón Sutil, que se cultiva en Piura: un hábito de crecimiento con inserción de ramas agudas casi verticales, hojas encrespadas, frutos con poca semilla, piel ligeramente rugosa y espesor de cáscara ligeramente mayor que la normal y menor que la mutante 1, y

e) La mutación con ramas colgantes se caracteriza principalmente por conformar plantas con alta densidad de ramas, las mismas que son abundantes y con tendencia a orientarse hacia debajo de la planta, sus frutos son relativamente grandes y se ubican en mayor número debajo de la copa.

Gutiérrez y Alcoser (2013). En un estudio de evaluación de las características morfológicas y de crecimiento inicial de 3 variantes de limón Sutil en 3 patrones, donde se estudiaron las mutaciones del presente estudio, en el Valle del Chira, sector Cieneguillo Sur; llegaron a las siguientes conclusiones:

a) Las pruebas de laboratorio, mediante marcadores moleculares, permitieron demostrar que las ramas variantes efectivamente son mutaciones del limón sutil.

b) A través de injertos, se ha logrado el objetivo de reproducir, mantener y conservar las características diferenciales, observadas en las plantas madre, sobre los portainjertos: limón Rugoso, limón Volkameriano y mandarina Cleopatra.

c) No se observó efecto de las variantes de limón Sutil, ni del patrón, sobre el porcentaje de prendimiento del injerto.

d) Se estableció plenamente que la característica diferencial de ramas alargadas y colgantes, de la planta madre, se trasmite por injerto a las plantas hijas.

e) No se aprecia claramente el efecto de las variantes limón sin semilla 1 y limón sin semilla 2, sobre las características de crecimiento en los diferentes patrones estudiados. El testigo mostró un crecimiento superior a las variantes.

f) Las combinaciones rama colgante por limón Volkameriano y rama colgante por limón Rugoso, demuestran mayor efecto en el vigor del brote del injerto expresado en la mayor longitud, diámetro, número de hojas y velocidad de crecimiento del brote del injerto.

Alcoser y Reyes (2012). En un estudio de evaluación fenotípica, conservación y posibilidades de utilización de una variante de limón Sutil sin semilla, en el valle del Chira, (Informe final trabajo de investigación - Gobierno Regional Piura) llegaron a las siguientes conclusiones:

a) Las muestras analizadas mediante los marcadores moleculares ISSRS (UBC 834, UBC 835 y UBC 841) permitieron identificar que la rama variante, efectivamente es una mutación del limón Sutil.

b) De la caracterización fenotípica del individuo mutante, se ha establecido características diferenciales con el limón Sutil que se siembra en Piura, principalmente la presencia de poca semilla en el fruto, mayor espesor de cáscara del fruto y hojas ligeramente encrespadas.

c) Las características longitud y diámetro del injerto, número de hojas y velocidad de crecimiento del brote, del injerto en el individuo mutante, son diferentes al limón Sutil de la zona.

d) No se percibe claramente el efecto del patrón, sobre la característica de diámetro del injerto; sin embargo, los patrones limón Rugoso y limón Volkameriano,

superan significativamente al patrón mandarina Cleopatra, en las características de longitud, número de hojas y velocidad de crecimiento.

Alcoser (2017) indica los siguientes avances en la investigación de dos mutaciones de limón Sutil:

a) El año 2012, en Piura, se observó la existencia de dos clones mutantes de limón Sutil, cuya principal característica era la presentación de frutos sin semilla o con poca semilla.

b) Actualmente, a través de algunos trabajos de investigación y de tesis en la Universidad Nacional de Piura (Gutiérrez y Alcoser, 2013), (Reyes y Reyes, 2012) y (Alcoser y Reyes, 2012), se han generado los siguientes logros:

1. El rescate y la preservación del carácter mutante “fruto sin semilla”, que podría haberse perdido sin conocer todas sus bondades.

2. Se ha demostrado, mediante pruebas moleculares de ADN, que estos clones son mutaciones del Limón Sutil.

3. Se ha realizado la caracterización fenotípica preliminar, de estos clones en las plantas madres, en base a los descriptores para Citrus sp, del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).

4. Se han realizado estudios de crecimiento inicial de los mutantes en tres patrones diferentes.

5. Se dispone de un campo experimental con una plantación de aproximadamente 3 años de edad con los clones mutantes.

6. La plantación experimental se encuentran en un estado de inicio de producción, por lo que actualmente, se cuenta material genético suficiente y oportuno para continuar con los estudios orientados a la obtención de una variedad de limón Sutil sin semilla.

Alcoser (2017), en su tesis doctoral donde estudio 3 mutantes de limón Sutil, entre las que se incluía el mutante del presente estudio, determinó las siguientes conclusiones:

1) Los patrones y las mutaciones no manifiestan efecto sobre las características: formación de órganos reproductivos, número de semillas por fruto, espesor de cáscara, peso y tamaño de fruto, ni características del jugo del fruto.

2) Se determinó diferencias significativas de las mutaciones, donde la mutación 1 y 2 presenta las mejores características en cuanto a presentar un bajo número de semillas por fruto (1,88 y 1,91 semillas por fruto) frente al limón sutil que presento 4 semillas por fruto.

3) La mutación 1 y 2 presentan los mayores valores de espesor de cascara del fruto (2,16 y 2,20 mm) con respecto a la mutación 3 y al testigo (1,84 y 1,19 mm). Se recomienda continuar las investigaciones en estas mutaciones, principalmente con el fin de hacer una caracterización sobre rendimiento de fruta, calidad, adaptación, resistencia a plagas y enfermedades. Así mismo, considerar la mutación 1 que ha presentado características promisorias, para la búsqueda de una nueva variedad de limón con las mismas características del limón sutil, pero con la particularidad de no presentar semilla o presentar poca semilla.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

**2.2.1. Clasificación taxonómica:** Mostacero (1993), presenta la siguiente clasificación taxonómica:

<b>Reino</b>	: Vegetal
<b>Sub reino</b>	: Fanerógama
<b>División</b>	: Angiosperma
<b>Subdivisión</b>	: Angiospermafitina
<b>Clase</b>	: Dicotiledónea
<b>Orden</b>	: Rurales (Therembentales)
<b>Sub orden</b>	: Rutineae
<b>Familia</b>	: Rutaceae
<b>Sub familia</b>	: Citroidea (Aurantoidea)
<b>Género</b>	: Citrus
<b>Especie</b>	: <i>Citrus aurantifolia</i> (Christmann) Swingle
<b>Nombre común</b>	: Limón sutil

### 2.2.2. Características generales de la planta de limón

Limón Sutil es un árbol de porte bajo e irregular, con hojas normales que constituyen el follaje de la planta, de forma elíptica a oblongo – ovals, de cinco a siete centímetros de largo, el limbo de las hojas es alargado y terminado en punta, los bordes del limbo liso y sin entradas, el peciolo se presenta alado muy angosto, brotes nuevos de color verde claro; las flores son de tipo hermafroditas, dispuesta en forma solitaria o en racimo de dos a siete, axilares o subterminales; el cáliz de cuatro a cinco partes; los pétalos de 8 a 12 mm de largo, estambres de 20 a 25 mm, ovario esférico claramente definido del pistilo, dividido en 9 a 12 lóculos. Cada flor se autopoliniza sin ningún problema, se presenta como un árbol bastante rustico, de buen desarrollo. (Delgado, 1984).

El carácter espinoso (espinas cortas y duras) está relacionado con la rusticidad de la plantación. El fruto proviene del desarrollo de un ovario; carnosos, baya tipo hesperidio, es de forma esférico a ovoide, hasta de cinco centímetros de largo, con una protuberancia apical, son de color amarillo verdoso en la madurez, conformado el pericarpio de adentro hacia fuera por: Endocarpio, Mesocarpio y Epicarpio. En el mesocarpio presenta 9 a 12 lóculos, es blando, reducido y pegado al epicarpio, jugoso con vesículas ensanchadas y llenos de sustancias de reservas, la cáscara es delgada, cubierta de glándulas; pulpa verdosa, muy ácida; semillas pequeñas, blancas interiormente y poliembriónicas. (Franciosi, 1985).

(Sánchez, 2005) Menciona las siguientes características del limón Sutil:

- ✓ El limón Sutil es un árbol pequeño o arbusto de 4 a 5 m de altura, con tronco a menudo torcido y ramas con espinas axilares cortas y duras.
- ✓ Hojas oblongo-ovals o elíptico-ovals de 2,5 a 9 cm de longitud y 1,5 a 5,5 cm de ancho. Base redondeada y ápice ligeramente recortado. Márgenes ligeramente crenulados. Pecíolos notablemente alados.
- ✓ Flores blancas de 1,5 a 2,5 cm de diámetro, fragantes, que se disponen en inflorescencias axilares de 1 a 7 flores.
- ✓ Frutos ovals o globosos con un ápice ligeramente deprimido, de color verde oscuro al principio pasando a verde amarillento o amarillo en la madurez. Mide 3,5 a 5 cm de diámetro o más. Su piel es delgada y se rompe fácilmente. La pulpa

es verdosa, jugosa, muy ácida. Semillas pequeñas, ovals altamente poliembriónicas (producen dos o más plantas por semilla). Fue introducida en América desde los primeros viajes de Colón.

- ✓ El limón sutil *Citrus aurantifolia* (Christmann) Swingle es una de las principales especies del género Citrus, los cítricos son sensibles a las heladas de invierno, se adapta con mayor facilidad en las zonas donde la temperatura promedio oscilan entre 18 °C como temperatura mínima y 28 °C como máxima y con un suelo franco arenoso con buen drenaje.

**Tabla 2.1 Exigencias en clima y suelo**

<b>Parámetros</b>	<b>Condiciones</b>
Clima	Cálido y templado
Temperatura	Desde 18 a 29 °C promedio
Humedad	Entre 40 a 70 %
Precipitaciones	Entre 900 a 1200 mm anuales bien distribuidos son suficientes.
Altitud	De 40 a 1500 m.s.n.m. para evitar enfermedades de raíces.
Tipo de suelo	Suelos profundos, bien aireados franco arenosos, con alto contenido de materia orgánica.
pH	Neutro a ligeramente ácido (5,5 a 6,5)

Fuente: (Sánchez, 2005)



**Tabla 2.2 Contenido de sustancias nutritivas en 100 gramos de limón**

Sustancia	Contenido
Proteína	0,9 gramos
Hidratos de carbono	8,7 gramos
Calorías	44 gramos
Ácido cítrico	7,5 gramos
Ácido málico	0,6 gramos
Sacarosa	0,5 gramos
Azúcar invertida	0,8 gramos
Citrato cálcico	1 gramos
Hierro	Vestigios
Vitamina A	0 U.I.
Vitamina B1	0,4 mg
Vitamina B2	Trazas
Vitamina B6	0,1 mg
Vitamina C	45 mg

Fuente: (González, 1960)

### **2.2.3. Condiciones agroecológicas del limonero**

#### **1) Temperatura**

Los cítricos son sensibles a las heladas de invierno, se adapta con mayor facilidad en las zonas donde la temperatura promedio oscilan entre 18 °C como temperatura mínima y 28 °C como máxima y con un suelo franco arenoso con buen drenaje. Su importancia es indirecta y directa. Se tiene los valores de temperatura máxima, mínima, media horaria, media mensual y media anual. Estos datos son importantes para conocer la respuesta de la planta a la incidencia de los mismos. Es importante tomar en cuenta las temperaturas máximas y mínimas que ellos pueden soportar en condiciones normales sin sufrir daños visuales, así como los valores de temperatura óptima para su crecimiento y producción. El limón, presenta un nivel bastante amplio de adaptación a zonas de diferentes temperaturas. El limonero, tiende a una floración repartida durante todo el año cuando se encuentra en condiciones de clima cálido, y una floración más estacional bajo climas de estaciones más marcadas. La

temperatura influye de forma tal que el limón varía el tiempo desde la floración hasta la maduración, acortándose en zonas de clima cálido y se alarga en regiones frescas y frías, pudiendo variar de dos meses y medio a cuatro meses. (Sánchez, 2005)

## **2) Humedad**

La humedad relativa influye en el desarrollo de la planta y en la calidad de la fruta. Cuan más alta es la humedad, la planta transpira menos y cuando la humedad es baja transpira más, influyendo en el consumo de agua. En relación a los frutos, éstos tienden a tener la piel más delgada y suave, contienen mayor cantidad de jugo y de mejor calidad, cuando la humedad relativa es alta. Sin embargo, cuando es alta la humedad, se favorece el desarrollo de enfermedades fungosas y algunas plagas. (Sánchez, 2005)

## **3) Suelo**

El limonero se encuentra en condiciones normales en una gran variedad de suelos. Pero su desarrollo y productividad están estrechamente relacionados con la calidad del suelo en que se encuentren. Por lo general, los suelos deben de reunir las siguientes condiciones:

- ✓ Profundidad efectiva: Se recomienda que sea superior a 2 metros, para garantizar un normal desarrollo radicular; aunque bajo condiciones de buen manejo, iniciando con el ahoyado profundo, se pueden tener buenos resultados en suelos de menor profundidad.
- ✓ Drenaje adecuado: El mal drenaje puede ocasionar problemas fitosanitarios y en ciertos casos salinización en el suelo, afectando esto la producción y vida útil de la planta.
- ✓ Libre de pedregosidad: Debe tener baja concentración de pedregosidad, tanto en la superficie como en el perfil del suelo, ya que limita la nutrición, el desarrollo radicular y la mecanización, donde esta última es posible.
- ✓ Pendiente adecuada: La pendiente debe ser moderada, para un mejor aprovechamiento del riego y evitar problemas de erosión.
- ✓ Permeabilidad conveniente: Esto se consigue manteniendo o mejorando la estructura del suelo, con aplicación de materia orgánica, complementando con cultivos de abonos verdes.

- ✓ Libre de problemas de salinidad: Las sales influyen en el crecimiento y producción de los árboles de limón, ya que son muy sensibles. Los efectos por el contenido de sales del suelo, dependen de la textura, sales predominantes, pluviometría, calidad y cantidad de agua de riego y la combinación del cultivar / patrón entre otras cosas.
- ✓ Contenido de materia orgánica: La fertilidad del suelo está muy ligada a la cantidad de humus presente, y esta se debe mantener aplicando estiércol de ganado, gallinaza, compost u otro material orgánico descompuesto adecuadamente. El contenido de materia orgánica debe mantenerse entre el 2 y 4%.
- ✓ pH: El limón se desarrolla bien en suelos con pH entre 5,5 y 8,5, siendo el óptimo de 5,5 a 7,5 calcáreo, carbonato de calcio o caliza. Este aspecto está relacionado con las condiciones físicas del suelo y la reacción. Teniéndose que un contenido de 1 a 3 % resulta ventajoso si el suelo contiene adecuada cantidad de materia orgánica, en el caso contrario puede traer problemas en la asimilación de ciertos elementos nutritivos, tales como fósforo, hierro, cobre, zinc, manganeso y boro.

#### **2.2.4. Propagación del limón**

El desarrollo de la plantación es de 2 a 3 años en plantaciones comerciales injertas, el inicio de la cosecha es a partir de los cuatro años, la vida económica de la planta es permanente. Para fines comerciales los cítricos se reproducen por medio de injerto. Los injertos más usados para reproducir son el de yema en T o el de enchape lateral con púa. El injerto se realiza en un arbolito del patrón cuyo diámetro del tallo es de 1 ó 2 cm, en la parte alta pero madura. Se recomienda elegir la variedad y el patrón que mejor se adapten al tipo de suelo y las condiciones climáticas de la zona, además que posean resistencia o tolerancia a enfermedades fungosas, virales o nemátodos. La propagación por injerto es el método más apropiado para producir variedades seleccionadas para el cultivo comercial obteniéndose uniformidad y calidad del fruto en cuanto a forma y tamaño. La propagación del limón se realiza de forma vegetativa, mediante la utilización de yemas que se obtienen de vástagos o varetas, las cuales se injertan en diversas formas sobre patrones apropiados para dar lugar a una postura que se lleva al campo definitivo. Actualmente, el problema que presenta la propagación de este tipo, es la transmisión de la mayoría de virus de los cítricos. Los mayores países citricultores han generado la tecnología de micro injerto para sanear materiales contaminados. (Rodríguez, 2002)

### 2.2.5. El patrón

Un **portainjerto** (también denominado **patrón** o **pie**) es la planta en que se hace un injerto. En su conjunto, el portainjerto y el injerto constituyen un nuevo individuo, al cual el portainjerto aporta la sección basal que incluye el sistema radical y al menos una porción de tallo lignificado (tronco). Por su parte el injerto, constituido por una yema o por un pequeño esqueje con varias yemas de otra planta, conformará la copa o parte superior del nuevo ejemplar, con sus ramas, hojas, flores y frutos. De la unión del injerto con el portainjerto se obtiene una planta compuesta de dos secciones provenientes de individuos distintos, que mostrará un comportamiento particular. En efecto, el portainjerto y el injerto mantienen su individualidad, sin que se produzca intercambio o mezcla de información génica; más aún, ambos miembros o secciones pueden ser bastante diferentes entre sí desde el punto de vista genético. Sin embargo, ambos componentes ejercerán una influencia recíproca, modulada a su vez por el ambiente. (Robinson, 2006)

Respecto a los patrones o portainjertos utilizados en cítricos, se refiere:

- **Mandarina Cleopatra** (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.):

Fue el patrón tolerante más empleado, actualmente sólo se utiliza en zonas con elevados contenidos de cal o problemas de salinidad. El vigor que induce sobre la variedad es menor que otros patrones y aunque da fruta de mucha calidad, el calibre y la piel es más fina, factores a tener muy en cuenta en algunas variedades. Bastante sensible a *Phytophthora* spp. y a la asfixia radicular; se debe evitar plantar en suelos arcillosos o que se encharquen. Recomendable plantarlo siempre en alto y evitar que los emisores de riego mojen el tronco. Aunque de buenas cualidades, las plantaciones con este patrón muestran un comportamiento irregular e imprevisible, en algunos casos de desarrollo es deficiente en los primeros años. La mayoría de las variedades comerciales injertadas sobre mandarina Cleopatra son plantas medianamente vigorosas, grandes pero muy poco precoces en la producción de fruta. (InfoAgro, 2009)

(Gómez, 2006) En el limonero presenta algunos problemas derivados de un “miriñaque” pronunciado por encima de la zona de injerto, es un abultamiento que va engrosando con el transcurso del tiempo, y que es la consecuencia de la oposición de la

unión de tejidos en el paso de las sustancias alimenticias. Consecuencia de esta mala circulación de savia son:

- a. Aparición de desequilibrios nutritivos, especialmente clorosis férrica.
- b. Ataques de gomosis en la zona de injerto.
- c. Envejecimiento prematuro de los árboles, acortándose su vida productiva.

▪ **Limón Volkameriano** (*Citrus volkameriana*):

Es un híbrido natural del limonero. En los últimos años ha tenido gran expansión debido a su gran vigor, con una rápida y buena productividad.

Principales inconvenientes: Baja calidad de frutos, aunque adelanta la maduración, es sensible a *Phytophthora* spp. y a heladas.

Ventajas: Tolerante a la tristeza de los cítricos, exocortis (Es una enfermedad que se caracteriza por la aparición de escamas y grietas verticales en la corteza, manchas amarillas en los brotes tiernos y enanismo, en especies sensibles.) y psoriasis (Es un virus que debilita los árboles, se caracteriza por la formación de escamas en ramas, ramillas y tronco.). Tiene un buen comportamiento como patrón de limoneros, con los que no forma miriñaques. (InfoAgro, 2009)

(AGROLOGICA, 2013) Acelera la entrada en producción de los árboles, induce árboles grandes y muy productivos. Buena compatibilidad con los cultivares comerciales, excelente patrón para limones. Como portainjerto da plantas vigorosas y de gran tamaño. Las plantas injertadas en este patrón son muy productivas. Tolera un poco más el frío que el limonero rugoso.

▪ **Limón Rugoso** (*Citrus jambhiri*):

Se cree que es un híbrido natural y con características apreciablemente diferentes a los verdaderos limones. La fruta, tal como lo indica su nombre, es de apariencia grosera y su calidad interior es muy pobre. Las diferentes especies cítricas injertadas sobre este portainjerto son vigorosas y de gran tamaño. Estas plantas dan alta producción de fruta y de tamaño grande, pero a menudo con cáscara gruesa y bajo contenido de jugo, además de escasa calidad interna. La fruta de variedades de mandarinas injertadas sobre este patrón tiene tendencia a bufarse y granularse con más

facilidad que sobre otros portainjertos. Su uso está recomendado en zonas húmedas, cálidas y con suelos arenosos profundos. Es tolerante a tristeza y exocortis, pero muy susceptible a gomosis. Este portainjerto ha sido importante en Florida, EE.UU, Brasil, Sudáfrica y Argentina, especialmente en zonas con suelos arenosos muy poco fértiles. Actualmente su popularidad ha disminuido mucho en Florida y Brasil debido a su susceptibilidad al frío y a enfermedades.

De escasa resistencia al frío, se adapta a suelos pobres, susceptible a la salinidad y a *Phytophthora*. Disminuye la calidad de la cosecha, sin embargo, los rendimientos son excelentes. (Anderson, 2012)

#### **2.2.6. El injerto**

Es un método de propagación vegetativa artificial de las plantas, en el que una porción de tejido procedente de una planta (la variedad o injerto) se une sobre otra ya asentada, de tal modo que el conjunto de ambos crezca como un solo organismo. El injerto se emplea sobre todo para propagar vegetales leñosos de uso comercial, sean frutales u ornamentales. El injerto se emplea para permitir el crecimiento de variedades de valor comercial en terrenos o circunstancias que les son desfavorables, aprovechando la mayor resistencia del patrón usado, o para asegurarse que las características productivas de un ejemplar se mantienen inalteradas frente a la dispersión genética que introduce la reproducción sexual. En el caso de híbridos de número cromosómico impar, que son estériles por naturaleza, la propagación vegetativa es la única manera de reproducción posible. Más raramente, el injerto se utiliza para unir más de una variedad en un mismo patrón, obteniendo así un único ejemplar que produce frutos o flores de varias características.

La parte del árbol que se injerta sobre el portainjerto (patrón) se suele denominar “variedad”, y guarda ciertos caracteres distintivos deseados por el propagador o agricultor (por ejemplo, las características de los frutos). El portainjerto, que oficia de sistema radical, interactúa con el terreno y tiene por funciones principales la absorción de agua y de sales minerales del suelo que necesita la parte aérea del individuo. Las dos secciones crecen juntas y se influyen mutuamente, aunque genéticamente siempre se mantiene la diferencia entre las dos partes. (Robinson, 2006)





**Figura 2.1 Diagrama del proceso de unión de un patrón con el injerto.**

Fuente: (Semillero, 2009)

### **2.2.7. Estructuras vegetativas y reproductivas**

En clima tropical el crecimiento de la planta es prácticamente continuo todo el año. No se conoce con precisión los factores que determinan la brotación, esto es, el inicio del crecimiento del meristemo. Las yemas no requieren acumulación de horas frío y estas brotan cuando la temperatura del suelo supera los 12 °C, sin importar la del aire. Una vez la yema ha empezado a brotar, un aumento de temperatura actúa sobre el balance hormonal y la movilización de reservas haciendo que aumente el desarrollo vegetativo. Por el contrario, una bajada de temperatura hace que cese este desarrollo. En un árbol, el porcentaje de yemas axilares que brotan es muy escaso. Entre éstas, las que están situadas en la madera joven y próxima al ápice presentan mayor porcentaje de brotación que las que se sitúan en la madera vieja. Dado que todas las yemas en un mismo árbol están expuestas a los mismos factores exógenos (ambientales), las diferencias de brotación entre ellas deben estar provocadas por factores endógenos. Entre los factores endógenos, la presencia del fruto ejerce un papel decisivo en la inhibición de la brotación y la floración. El meristemo apical caulinar se sitúa en la zona distal del brote, formado por varias capas de células o túnica que reviste a una masa de células en división, rodeado y cubierto por los primordios foliares, formando todo el conjunto el ápice caulinar. Los primordios foliares aparecen a medida que el meristemo avanza, con el tiempo diferenciarán el limbo y el peciolo formando las hojas más jóvenes. Los meristemos apicales del brote, como en el caso de los cítricos, pueden presentar actividad estacional, como en el resto del brote. Estos pueden crecer rápidamente en la primavera, entrar en crecimiento lento en verano y en otoño entrar en

latencia. Las yemas axilares son meristemos secundarios que están recubiertas por prófilos (escamas) y se localizan en las axilas de las hojas. Como en los meristemos apicales, tienen un meristemo rodeado por primordios foliares (Agusti, 2003).

La formación de una flor o inflorescencia se explica como la consecuencia de una serie de cambios que se suscitan en el ápice meristemático contenido en una estructura denominada yema. El punto de inicio de esta secuencia de eventos es la "inducción" floral definida como la condición fisiológica que determina la formación de los tejidos florales en el interior de la yema. El ácido giberélico suele ser antagónico con el proceso de formación de yemas florales, no obstante, hay especies más sensibles que otras en este aspecto (Razeto, 1992).

Los cambios fisiológicos, para la formación de una flor o inflorescencia son invisibles y dan como resultado condiciones metabólicas dentro de las células meristemáticas que alteran completamente el patrón de diferenciación del meristemo. (Meyer, 1960)

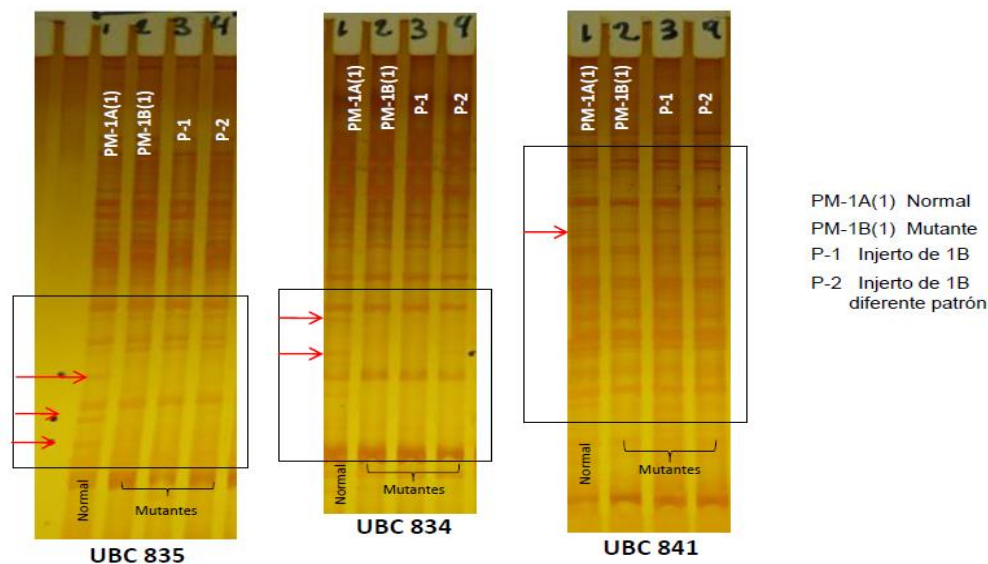
La inducción es una modificación de la cualidad de las yemas, que sería dirigido por un cambio hormonal, mientras que otros lo atribuyen a una redistribución de nutrientes dentro del meristemo apical. Después que el estímulo ha sido recibido, el meristemo es programado para formar flores. (Faust, 1989)

En climas subtropicales, las bajas temperaturas invernales serían el principal factor provocador de una floración concentrada en la brotación de primavera. (Monselise, 1985)

Numerosos estudios apoyan la teoría de que uno de los factores internos que más determinan la inducción floral es la influencia de hormonas endógenas, estando su presencia totalmente vinculada a la de reservas de carbohidratos, por lo que hoy es generalmente admitido que la inducción floral se ve muy favorecida por una gran superficie foliar y una gran actividad fotosintética. (Gil-Albert, 1996)

### 2.2.8. Antecedentes de la mutación

Jiménez (2012) en su informe de resultados del estudio molecular de 3 variantes en estudio, que incluía la mutación del presente estudio, reporta que, siguiendo el protocolo del método Micro-CTAB, se procedió a la amplificación de ADN con 20 primers, de los cuales solo 3 de ellos resultaron polimórficos: el UBC 834, UBC 835 y UBC 841. Llegando a las siguientes conclusiones: 1. Los marcadores ISSRs (UBC 834, UBC 835 y UBC 841) permitieron identificar a los individuos mutantes de limón. 2. La presencia o ausencia de fragmentos de más de 1000 bp permitieron identificar a los individuos mutantes. 3. De acuerdo a los resultados puede afirmarse que las muestras corresponden a individuos diferentes (mutantes).



**Figura 2.2 Marcadores moleculares que muestran las diferencias entre plantas normales y mutantes por cada primer.**

Fuente: Informe resultados de marcadores moleculares (Jiménez, 2012)

### 2.2.9. Plagas y enfermedades del limón

1. **Plagas:** En su sentido más amplio, una plaga se define como cualquier especie animal o vegetal que el hombre considera perjudicial a su persona, a su propiedad o al medio ambiente. De modo que existen plagas de interés médico (zancudos, chirimachas y otros parásitos y vectores de enfermedades humanas), plagas de interés veterinario (piojos y garrapatas del ganado), plagas caseras

(cucarachas y moscas), plagas de productos almacenados (diversos insectos y roedores) y las plagas agrícolas que dañan los cultivos. (Tejada, 2018)

**Plaga agrícola** es una población de animales fitófagos (se alimentan de plantas) que disminuye la producción del cultivo, reduce el valor de la cosecha o incrementa sus costos de producción. Se trata de un criterio esencialmente económico. (Tejada, 2018)

**a. Mosca blanca** (*Aleurothrixus floccosus*):

(INIA, 2017) Es una especie de insecto hemíptero de la familia Aleyrodidae. Se alimenta de la savia de las hojas siendo la especie más frecuente y dañina de mosca blanca en cítricos. Es considerada una plaga ocasional en cultivos de cítricos en la mayoría de países de la cuenca mediterránea. Es un insecto fitófago que ataca preferentemente cítricos como naranjo, limonero, pomelo y lima.

**Ciclo biológico:** Este insecto en su estado adulto tiene el cuerpo y alas cubiertos de una sustancia cerosa de color blanco. La hembra mide aproximadamente 1,1 mm, siendo el macho de un tamaño ligeramente menor. El huevo tiene forma ovoidal alargado de 0,2 mm de largo, de color blanco y es dispuesto preferentemente en el envés de la hoja. Una vez eclosionado, emerge una ninfa transparente de forma elíptica y aplanada de 0,5 mm aproximadamente. Los estados ninfales son cuatro y posteriormente emergen los adultos, tomando entre 50 y 60 días en completar el ciclo, dependiendo de la temperatura.

**Daños:** Las hojas en el área donde se alimentan las ninfas, presentan una reducción de la capacidad fotosintética, producto de la mielecilla, fumagina y abundante lanosidad producida por ellas. Las manchas de mielecilla y fumagina pueden encontrarse también en los frutos. En ataques intensos, se puede observar inhibición del crecimiento en ramillas, pérdida de vigor en la planta y reducción en su producción.

**Control:** Se recomienda como alternativa a los insecticidas tradicionales el uso de aceites minerales y detergentes agrícolas para controlar la plaga y mantener la fauna benéfica. Los detergentes remueven los filamentos de cera en las ninfas y reducen la tensión superficial del agua, facilitando el desprendimiento de los adultos desde las plantas. El control mediante lavados con agua y detergente agrícola se recomienda ante

el 10 % o más de hojas con insectos vivos y en ausencia o baja presencia de enemigos naturales. El lavado elimina los adultos, ninfas recién eclosionadas, parte de sus filamentos y mielecilla, facilitando la acción de los enemigos naturales.

**b. Piojo blanco (*Pinnaspis aspidistrae*):**

(INIA, s.f.) Es una especie cosmopolita y polífaga. Es un insecto hemíptero de la familia Diaspididae. Se le indica como una plaga que provocó el amarillamiento, caída de hojas y muerte de ramas por los años de 1970. Posteriormente en la actualidad, está presente en campo sin ocasionar explosiones poblacionales que requieran aplicaciones de insecticidas.

**Ciclo biológico:** La hembra adulta presenta una escama alargada formada por la primera exuvia de la ninfa migrante al extremo anterior que es pequeño y delgado, es continuado por la segunda exuvia, algo más ensanchada, para terminar en la fase de crecimiento formada por las secreciones de cera y laca, dispuestas a modo de estrías que van de un lado al otro de la segunda exuvia, ensanchada al extremo posterior. Es de color castaño rojizo y mide 0,96 mm de largo por 0,40 mm de ancho. El cuerpo de la hembra es alargado de lados paralelos. El macho juvenil se desarrolla dentro de un cocón alargado, blanco y con filamentos delgados. El adulto es rojizo, el ciclo biológico en machos, de huevo a adulto es de 45 y 34 días en iguales condiciones que para las hembras.

La duración del ciclo biológico de hembras desde huevo a adulto, incluyendo el período de oviposición, es de 75 días a 16 °C y 85 % HR y de 55 días a 25 °C y 60 % HR.

**Daños:** El daño directo es producido por la succión de la savia de las plantas, decolorando y marchitando las hojas. Cuando existen poblaciones muy densas pueden producir defoliación y muerte de ramas. El daño indirecto es provocado por las secreciones dulces que forman un medio de cultivo para la multiplicación de hongos con efecto de fumagina (micelio negro), que además evita la actividad de fotosíntesis.

**Control:** Realizar un monitoreo en campo, realizar lavados a presión al finalizar la campaña y en época de producción de esta plaga. Recuperación y liberación de controladores biológicos.

**c. Queresa redonda** (*Selenaspidus articulatus*):

(INIA, s.f.) Es un insecto hemíptero de la familia Diaspididae. La queresa "redonda" debe su nombre a la forma de su escama que es casi circular y plana, mide unos 2 mm de diámetro y es de un color marrón claro.

**Ciclo biológico:** La escama protectora de la hembra es de forma circular de 1,5 mm de diámetro, aplanada y transparente, observándose la silueta del cuerpo muy característico, por presentar un prosoma (parte anterior) casi semicircular, separado por una profunda constricción del postsoma (parte posterior). La escama del macho de 1,0 mm de longitud es oval, blanquecino, con exuvia subcentral. El adulto es alado, anaranjado, carece de aparato bucal, tiene cuatro ojos rudimentarios, antenas y estructura copuladora bien desarrolladas. El desarrollo total de la hembra desde huevo hasta hembra sexualmente madura es de 32 días en verano y 47 días en invierno. El período de preoviposición o incubación del huevo, de la hembra ovovivípara dura en promedio 16 días en verano y 20 en invierno, desde la cópula hasta la eclosión del huevo.

**Daños:** Se alimenta de la savia produciendo decoloración y marchitez en las hojas y disminución de la superficie fotosintética en las plantas. Causa un daño cosmético por la presencia de individuos en frutos de exportación.

**Control:** La poda sanitaria, liberación de controladores biológicos en campo. Monitoreo continuo para determinar porcentaje de ninfas y adultos, para recomendar alternancia de lavados. Lavados a inicio de campaña y cuando la plaga esté en etapa de reproducción. Podas de limpieza al término de cosecha.

**d. Queresá coma (*Lepidosaphes beckii*):**

Pertenece al orden Hemiptera de la familia Diaspididae. La queresá "coma" debe su nombre a la forma de su caparazón, que aparenta ser una coma de unos 2-3 mm de largo, variando su color del rojo púrpura hasta el bruno negruzco. (Herrera, 1964)

**Ciclo biológico:** Debajo de la escama se encuentra el cuerpo alargado de la queresá, que mide aproximadamente 1,2 mm de largo y 0,7 mm de ancho. Los huevos miden 0,25 mm de largo. En un inicio presentan una coloración blanca, cristalino perlado, de forma alargadas, ovoides. Las posturas son en promedio de 56,30 huevos por hembra. Cada hembra puede depositar, en promedio, 57 huevos (máximo 76 y mínimo 38).

**Daños:** Ataca a hojas, ramas y frutos. En infestación severa (gran cantidad de queresas) puede destruir ramas, hojas (amarillamiento y defoliación) y frutos (deformación y caída prematura de frutos).

**Control:** Como alternativa emplear aceite agrícola. En esta forma, es posible utilizar el control biológico existente en la naturaleza, así como el efectuado por parte del hombre mediante el manipuleo e introducción de agentes bióticos (predadores, parásitos y organismos patógenos). (Herrera, 1964)

**e. Pulgón (*Toxoptera aurantii*):**

Es un insecto hemíptero de la familia Aphididae. (Syngenta, s.f.)

**Ciclo biológico:** Presenta dos morfologías diferenciadas: a. Individuos ápteros: Con tórax y abdomen no diferenciados. b. Alados: Tórax y abdomen se diferencian claramente.

Su reproducción sexual / partenogénesis: Ovípara: La hembra fecundada pone huevos en el sustrato vegetal, que dará lugar a individuos asexuados que se reproducirá mediante partenogénesis hasta la última generación de individuos sexuados. Vivípara: Para reproducirse más rápidamente los pulgones pueden parir ninfas, los recién paridos ya clavan el estilete y producen daños. Polimorfismo: Producen individuos alados, que permite emigrar la infestación de árboles distantes.

*Aphis spiraecola*: Pulgón verde de los cítricos, en especial se identifica porque enrolla las hojas.

*Aphis gossypii*: Transmite el virus de la tristeza (Citrus Tristeza Virus, CTV). Es difícil ver en la misma hoja a estas dos especies *A. gossypii* y *A. spiraecola*.

**Daños:** Los daños producidos son debido a la succión de savia con el consiguiente enrollamiento de las hojas y/o debilitamiento de los órganos en crecimiento y a la gran cantidad de melaza secretada, a partir de la cual se desarrolla la "Fumagina".

La fumagina que se acumula sobre las hojas disminuye la capacidad fotosintética del árbol y disminuye su producción. Atacan las partes tiernas de las plantas: brotes y hojas jóvenes, órganos florales en formación.

**Control:** No realizar podas severas que provoquen una gran brotación. Usar trampas cromáticas color amarillo. Eliminar las malezas, ya que pueden actuar como reservorio de la plaga. Control biológico: *Chrysoperla carnea*.

**f. Minador de hoja (*Phyllocnistis citrella*):**

(INIA, s.f.) Es una especie que pertenece al orden Lepidoptera y a la familia Gracilariidae. Es una importante plaga en cultivos de cítricos por los daños que causa en los brotes tiernos.

**Ciclo biológico:** La hembra es una polilla de color gris amarillento, manchas oscuras sobre su dorso, expansión alar de 4 mm y tamaño cercano a 2 mm de longitud. Sobre el borde de sus alas posteriores se observa abundante pilosidad. El huevo tiene forma ovoide, hemisférica aplanada y transparente. El primer estado larval es amarillento, casi transparente y presenta un ligero ensanchamiento en los primeros segmentos de su región anterior. Puede ser observado principalmente por el brillo que origina la cubierta de la galería que comienza a construir.

La hembra deposita un huevo sobre hojas muy tiernas, del cual eclosiona una pequeña larva que penetra inmediatamente al mesófilo de la hoja, quedando cubierta por la epidermis. Luego de alimentarse avanzando siempre por la galería, la larva va mudando hasta alcanzar el tercer estado larval, luego deja de alimentarse dando origen a una prepupa, para luego pupar en una especie de cámara, la pupa es color pardo.



Posteriormente emerge la polilla adulta que se aparea, repitiéndose el ciclo que, bajo condiciones de verano u otoño puede ser completado entre dos a tres semanas. Probablemente lo más característico es que la ovipostura se realiza en sitios cercanos a la nervadura de las hojas muy nuevas y desde ese lugar, la larva comienza su alimentación originándose una galería serpenteante en la lámina de la hoja que se deforma y adquiere una tonalidad plateada.

**Daños:** Los daños en los cultivos de cítricos los producen las larvas en forma de minado o galerías en los brotes tiernos dando un brillo característico a las hojas. Esos daños producen la deformación de los brotes, la detención de su desarrollo y en casos severos la defoliación de estos. Otro daño que puede causar el minador es que sus lesiones pueden servir de vía de entrada a la enfermedad conocida como el “Cancro de los cítricos” causado por bacterias de *Xanthomonas campestris*. La importancia de los ataques es mayor en los árboles jóvenes ya que puede frenar mucho su desarrollo. En árboles adultos la importancia de los daños es mucho menor. En frutos muy ocasionalmente se observan galerías bajo la epidermis, en hojas las galerías subepidérmicas producen una deformación severa, y en ramas las galerías ocasionan el retardo del crecimiento en plantas jóvenes.

**Control:** La acción de los enemigos naturales de esta plaga debe ser preservada, evitando el uso de insecticidas, realizar labores culturales, aplicar aceite agrícola y evitar la proliferación de chupones.

2. **Enfermedades:** Las plantas presentan una enfermedad cuando una o varias de sus funciones son alteradas por los organismos patógenos o por determinadas condiciones del medio. Las causas principales de la enfermedad en las plantas son los organismos patógenos y los factores del medio ambiente. (Victor, s.f.)

Las células o tejidos afectados de las plantas enfermas comúnmente se debilitan a causa de los agentes que ocasionan la enfermedad. La capacidad que tienen esas células y tejidos para llevar a cabo sus funciones normales disminuye o se anula por completo, como resultado la muerte de la planta o disminución de su crecimiento.

(Victor, s.f.) Los tipos de células o tejidos que son infectados determinan el tipo de función fisiológica afectada:

- **Infección de raíz (pudrición):** Dificultad de la absorción del agua y nutrientes del suelo.
- **Infección de vasos xilemáticos (marchitamientos vasculares y chancros):** Infiere en la translocación de agua y nutrientes hasta la parte superior de la planta.
- **Infección del follaje (manchas foliares, tizones y mosaicos):** Afecta la fotosíntesis.
- **Infección de la corteza (chancro cortical e infecciones virales del floema):** Obstaculiza la translocación hasta la parte inferior de la planta de los productos fotosintéticos.
- **Infecciones florales (tizones bacterianos y fúngicos e infecciones ocasionadas por virus, micoplasmas y hongos):** Interfieren en la reproducción.
- **Infecciones del fruto (pudriciones):** Entorpecen la reproducción o el almacenamiento de las reservas alimenticias para la nueva planta o ambos.

La incidencia del ataque de enfermedades a los cítricos depende del manejo del cultivo y la frecuencia de los controles. A continuación, se describen algunas enfermedades que suelen ser de importancia en el cultivo de los cítricos.

**a. Fumagina (*Capnodium citri*):**

Este hongo no ataca a los tejidos de los árboles, pero crece saprofiticamente en la mielecilla que segregan los insectos tales como escamas, áfidos, ninfas de mosca blanca. Cuando hay una fuerte infestación de estos insectos, las frutas y las ramas quedan cubiertas por una solución azucarada que al descomponerse permite el desarrollo del hongo de color negro, el cual obstaculiza la entrada de la luz dificultando la fotosíntesis. Este complejo de hongos desarrolla micelios superficiales (estructura reproductiva del hongo), que no penetran el tejido de las hojas ni el de los frutos, por lo que no se produce daño directo. Lo cierto es que, al cubrir la superficie del tejido vegetal, este hongo impide que la planta realice de manera adecuada el proceso de la fotosíntesis, lo que en definitiva disminuirá la síntesis de hidratos de carbono y, por ende, el rendimiento del frutal.

Si bien el daño es superficial, las manchas de la fumagina sobre la superficie del fruto reducen la calidad y afectan el volumen exportable. En el mercado nacional, los frutos manchados con estos hongos tienen un valor comercial menor. Dentro de los insectos chupadores que pueden estar presentes en los cultivos de cítricos, destacan los pulgones, el chanchito blanco y la mosca blanca. Estos insectos, por lo general, se encuentran en baja densidad de población al existir ausencia de hormigas, debido a la efectividad con la que actúan sus enemigos naturales. Por el contrario, en presencia de hormigas o cuando se usa insecticidas de amplio espectro en altas dosis, las poblaciones tienden a aumentar, ya que las hormigas se asocian con estos insectos chupadores, para alimentarse también de esta secreción azucarada. (EL MERCURIO, 2017)

Este aumento en la densidad de la población de insectos chupadores en conjunto con la fumagina puede ser fatal, especialmente en cultivos que presentan plantas en desarrollo, ya que su ataque puede ocasionar la muerte de ramas.

Las medidas de control van dirigidas a los insectos que segregan la mielecilla. Cuando se ha desarrollado el hongo, es necesario hacer aplicaciones de aceite agrícola al 1 % para que el hongo se afloje y pueda ser desprendido del árbol. También se puede aplicar caldo bordelés (3,5 g / litro) y oxiclورو de cobre (0,3 a 0,5 kg por 100 litros de agua). (INFORURAL, 2012)

**b. Gomosis (*Phytophthora* parasítica Dast):**

Esta enfermedad ataca a la corteza del tronco, generalmente a la unión del injerto o por encima de él y contamina la corteza de las raíces. El primer indicio de la infección es la presencia de gotas de goma en la superficie de la corteza. Si se raspa la superficie se observa una porción de corteza enferma de color castaño que cubre la madera muerta.

Conforme la infección avanza la planta muestra un debilitamiento general: hojas amarillas y pequeñas, defoliación prematura. (Colonia, 2013)

Cuando la pudrición del patrón se ha desarrollado hasta rodear parcialmente el tronco, el árbol declina, el follaje se hace pálido y escaso, los frutos son pequeños y las hojas se amarillan a lo largo del nervio central. Entre las medidas preventivas contra la

podrición del patrón se recomienda la utilización de patrones resistentes, buen drenaje, evitar lesiones en el tronco y raíces. Cuando la infección se descubre en un estado muy avanzado se limpia la corteza infectada y se aplica una pasta bordalesa. (INFORURAL, 2012)

Como método de control se recomienda: Incrementar el nivel de hongos antagonistas en el suelo como es el caso de *Trichoderma* sp., evitar la acumulación de agua pegado al cuello de planta, utilizar patrones con mejor tolerancia a la enfermedad y no propiciar un ambiente encharcado, por ser éste el preferido para el desarrollo del hongo. (Colonia, 2013)

**c. Virosis (Virus de la tristeza):**

Los árboles que son atacados por el virus de la tristeza casi nunca se recuperan, las plantas afectadas presentan muchos síntomas, por lo que su diagnóstico es difícil; las hojas son amarillentas, presentan varios síntomas de deficiencias y finalmente caen. Para una determinación práctica, el registro ordenado es un adecuado procedimiento para determinar la presencia del virus.

Esta enfermedad obstruye los vasos que conducen alimentos, ocasionando la muerte de las raíces. La tristeza de los cítricos puede ser prevenida utilizando varetas libres de virus, patrones que sean tolerantes al ataque, como son limón Volkameriano, mandarina Cleopatra, limón Rugoso y Citrumelo CPB 475. La tristeza es una enfermedad que solo puede prevenirse, no hay control para ella. (INFORURAL, 2012)

## **2.3. HIPÓTESIS**

### **2.3.1. Hipótesis general**

- Tres portainjertos influyen en el crecimiento y desarrollo inicial de un mutante de limón Sutil sin semilla en Cieneguillo Sur, Sullana.

### **2.3.2. Hipótesis específica**

- Tres portainjertos influyen sobre el crecimiento de brotes en una mutación de limón Sutil.
- Tres portainjertos influyen sobre el crecimiento de la planta en una mutación de limón Sutil.
- Tres portainjertos influyen sobre la incidencia de plagas y enfermedades en una mutación de limón Sutil.

## **CAPÍTULO 3**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. ENFOQUE Y DISEÑO**

El trabajo de investigación presenta un enfoque cuantitativo y experimental.

#### **3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN**

**3.2.1. Universo:** El universo está representado por todas las plantas de limón Sutil existentes en Piura.

**3.2.2. Población:** Representado por las plantas de limón existentes en el campo experimental.

**3.2.3. Muestra:** Se considera a los diferentes órganos de las plantas consideradas en la investigación.

#### **3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS**

##### **3.3.1. Análisis de suelo**

Previo a la instalación del experimento se efectuó el muestreo del suelo a una profundidad de hasta 30 cm en forma de zigzag, con la finalidad de obtener 4 submuestras, las que se homogenizaron y por la técnica del cuarteo se obtuvo una muestra compuesta de 1 kg, en la que se realizó el análisis físico químico del suelo. En la muestra se realizaron las determinaciones que se indican en la tabla 3.3:

**Tabla 3.3 Determinaciones y métodos del análisis de suelo**

<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÉTODO</b>
Textura	%	Bouyoucus
PH (1: 2.5)		Potenciométrico
Materia orgánica	%	Walkley y Black
Nitrógeno total	%	Estimado a partir de la materia orgánica
Calcáreo ( $\text{CaCO}_3$ )	%	Volumétrico
Fósforo disponible	ppm P	Olsen
Potasio asimilable	ppm K	Espectrofotometría
Conductividad eléctrica	ds/m a 25 °C	Radiométrico
C.I.C.	Cmol (+) /kg de suelo	Sumatoria de bases cambiables
Bases cambiables: - $\text{Ca}^{++}$ y $\text{Mg}^{++}$	Cmol (+) /kg de suelo	Complejométrico
- $\text{Na}^+$ y $\text{K}^+$	Cmol (+) /kg de suelo	Complejométrico

### 3.3.2. Información meteorológica

Se incluye los valores promedios mensuales de temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial, horas de sol y velocidad del viento que se presentó durante la fase del experimento en campo. Se utilizó la información meteorológica de la estación Miraflores ubicada en la parcela experimental de la UNP en Piura, por ser la más cercana al campo experimental.

### 3.3.3. Materiales y equipos

#### 1. Insumos

- Abonos foliares
- Fertilizantes (Nitrato de amonio, fosfato diamónico, sulfato de potasio)
- Compost

#### 2. Equipos y materiales

- Libreta de campo
- Cartilla de evaluación de plagas

- Regla graduada
- Vernier o pie de Rey
- Tijera de podar
- Wincha y/o cintra métrica
- Lupa entomológica
- Cartulinas y plumón marcador
- Computadora
- Impresora
- Calculadora
- Hojas de papel, Papel A-4.

#### 3.3.4. Conducción del cultivo

- Poda de mantenimiento:** Se realizó una poda de formación de planta antes del inicio del experimento. La poda fue muy ligera y se limitó a la eliminación de mamones, ramas secas mal ubicadas o que se cruzan al interior de la copa. En lo posible se trató de mantener la mayor parte del área foliar de la planta.
- Limpieza del campo:** Consistió en la eliminación de las ramas que dejó la poda de formación. También se eliminó malezas y rastrojos existentes en el área.
- Trazado del campo experimental:** Se realizó de acuerdo al croquis del campo experimental utilizando wincha, estacas y yeso. En este momento se delimitó cada unidad experimental utilizando pequeños carteles de identificación para cada planta. Los brotes de evaluación se identificaron también con carteles más pequeños, amarrados con hilos de colores para cada portainjerto.
- Fertilización de fondo:** Antes del inicio del experimento se aplicó 5 Kg de estiércol descompuesto por planta, con el fin de mejorar las condiciones del suelo y del cultivo. También se aplicó 100 g de una mezcla de fertilizante a base de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O.
- Riegos:** Los riegos se realizaron por goteo con intervalos de un día y se adecuaron a la programación de riego del parcelero.



- f) **Control de malezas:** Esta labor se realizó mediante deshierbos manuales con el fin de mantener el campo limpio de malezas.

### 3.3.5. Proceso experimental

- El experimento se ejecutó dentro de una plantación de limón de 3 meses de edad con distanciamiento 6 x 5 m, que presenta buena conformación y se encuentra en estado juvenil. El manejo agronómico del campo experimental se adecuó a las mismas condiciones de riego, fertilización y control fitosanitario que le dio el propietario de la parcela.
- El proyecto se ejecutó sobre 27 plantas correspondientes a los portainjertos en estudio.
- En cada planta seleccionada se eligió e identificó 5 brotes terminales maduros con etiquetas numeradas del 1 al 5 para poder diferenciarlos, sobre los cuales se realizó las observaciones experimentales indicadas más adelante. Cada portainjerto (limón Volkameriano, limón Rugoso y mandarina Cleopatra) se evaluó en 9 plantas.
- Después de identificar los brotes terminales maduros (La madurez del brote se reconoce cuando éstos presentan hojas de un color verde oscuro característico y la yema terminal ligeramente abultada), se inició con las evaluaciones de altura de planta, diámetro de injerto, diámetro de copa, longitud de brote, diámetro de brote, número de hojas. Las observaciones experimentales se efectuaron cada 15 días durante 6 meses.
- Para registrar la incidencia de plagas se empleó una cartilla de evaluación, en donde los promedios de individuos por planta determinaron la incidencia en los tres portainjertos estudiados. Para el caso del “minador de hoja” se trabajó con porcentajes de hojas afectadas o dañadas por esta plaga. Las evaluaciones de plagas se efectuaron cada 30 días durante los 6 meses que duró el experimento.

### 3.3.6. Diseño experimental

El proceso y análisis estadístico de la información no se realizó a través de un diseño experimental formal, debido a la distribución de las plantas en el campo. La plantación del limón mutante, se encuentra injertada sobre tres patrones diferentes, pero no se encuentran aleatorizados en el campo experimental, por lo que el análisis de la información generada, se realizó utilizando medidas estadísticas de tendencia central y de dispersión. En la figura del Anexo 1, se observa la distribución de los tratamientos en el campo experimental.

### 3.3.7. Análisis estadístico

Se realizaron pruebas estadísticas de tendencia central y de dispersión como promedio, varianza, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, etc. La comparación entre promedios se realizó a través de una prueba de “T”.

### 3.3.8. Factores en estudio

Se estudió como factor único, el portainjerto: limón Rugoso, limón Volkameriano y mandarina Cleopatra. Se consideraron para cada portainjerto 9 plantas que fueron injertadas con el mutante de limón Sutil sin semilla.

**Tabla 3.4 Distribución de los portainjertos**

NÚMERO	PORTAINJERTOS	CLAVE
1	Limón Volkameriano	P1
2	Limón Rugoso	P2
3	Mandarina Cleopatra	P3

### 3.3.9. Características del campo experimental

#### a. Campo experimental

Ancho	:	18 m
Largo	:	45 m
Área total	:	810 m <sup>2</sup>

#### b. Tratamiento

Largo	:	45 m
Ancho	:	6 m
Área	:	270 m <sup>2</sup>

#### c. Unidad experimental

Número	:	9
Largo	:	6 m
Ancho	:	5 m
Área total	:	30 m <sup>2</sup>
Distancia entre líneas	:	6 m
Distancia entre plantas	:	5 m

### 3.3.10. Observaciones experimentales

Las observaciones experimentales que se reportan y analizan, corresponden a una plantación de tres meses de edad, en estado de crecimiento inicial. El día 0 corresponde al momento del inicio del experimento, que es cuando se identificaron y marcaron los brotes terminales para hacerles el seguimiento de su crecimiento y desarrollo.

- **Altura de planta:** Se midió la longitud de la planta desde la base hasta la última ramificación del tallo principal. Esta medición se realizó, sobre cada planta de cada unidad experimental en cinco momentos: a 0, 45, 90, 135 y 180 días de iniciado el experimento. Se expresa en centímetros (cm).

- **Diámetro de injerto:** Se midió utilizando un vernier. La medida se tomó cada 45 días en la parte basal del injerto, 5 cm después de la línea de diferenciación patrón - injerto. Se expresa en milímetros (mm).
- **Diámetro de copa:** Se midió utilizando una cinta métrica. La medida se tomó de forma horizontal desde el centro de la planta hasta la proyección de la copa. Esta medición se realizó al inicio y final del experimento. Los resultados se expresan en centímetros (cm).
- **Inicio de brotamiento del 1er flujo:** Se registró las fechas (días) en que inician el crecimiento los brotes de primer flujo en los brotes previamente seleccionados.
- **Longitud de brote:** Se midió los cinco brotes terminales seleccionados por cada planta, por parcela experimental, utilizando una regla. Se registró cada 45 días. Los resultados se expresan en centímetros (cm).
- **Diámetro de brote:** Se midió utilizando un vernier. La medida se tomó en la parte basal de los cinco brotes seleccionados, los resultados se expresan en milímetros (mm).
- **Inicio de brotamiento del 2do flujo:** Se registró las fechas en que empieza a brotar la yema terminal del primer flujo de los brotes marcados. Los resultados se expresan en días desde el momento de iniciado el experimento.
- **Velocidad de crecimiento del brote (1er flujo):** Este resultado se obtuvo realizando una comparación entre la longitud del brote y el tiempo respectivo. Los resultados se expresan en cm/día.
- **Velocidad de engrosamiento del brote (1er flujo):** Este resultado se obtuvo realizando una comparación entre el grosor del brote y el tiempo respectivo. Los resultados se expresaron en cm/día.

- **Número de hojas por brote:** Esta evaluación se realizó cada 15 días, se registró el conteo de hojas en los cinco brotes seleccionados de cada planta portainjerto por parcela experimental.
- **Incidencia de plagas y enfermedades:** Se realizó evaluaciones mensuales para observar la incidencia de plagas y enfermedades. Para esta observación se utilizó la cartilla de evaluación entomológica en limonero proporcionada por el Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Agronomía de la UNP.  
Para el conteo de individuos de queresa redonda, pulgón, mosca blanca, piojo blanco y arañita roja, se tomaron 2 brotes por planta de la parte norte y sur, en la figura del Anexo 2 se aprecia la distribución de donde se tomaron los brotes a evaluar. Se estableció los grados de infestación de plagas de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 3.5 Grados de infestación de plagas**

<b>INTERPRETACIÓN DEL GRADO DE INFESTACIÓN DE PLAGAS</b>		
<b>Grado</b>	<b>Ataque</b>	<b>N° de individuos por planta</b>
0	sin daño	0
1	leve	1 - 10
2	mediano	11 - 20
3	fuerte	más de 20

**Fuente:** Elaboración propia, en base a la tabla de interpretación de Sanidad Vegetal, UNP.

Para el caso del minador de la hoja (*Phyllocnistis citrella*) la evaluación se realizó en base al número de hojas afectadas (dañadas) por planta, se tomaron 20 hojas al azar por cada planta.

## **CAPÍTULO 4**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. ANÁLISIS DE SUELO**

En la tabla 4.6, se observan las características físico-químicas del suelo donde se realizó el trabajo experimental.

Los resultados muestran una conductividad eléctrica de 2,49 dS/m, este valor está ligeramente sobre el umbral de 1,9 dS/m. Después de este umbral empieza a decrecer el rendimiento (AGROSAL, 2014).

El pH de 8,35 es un valor que se encuentra en el rango de moderadamente alcalino, puede interferir en la solubilidad de algunos nutrientes, especialmente de fósforo. Estos resultados se encuentran dentro de los límites para el cultivo de limón, por lo que no implica ninguna limitación.

El nivel de calcáreo fue 12,16 % se considera alto, se recomienda el uso de enmiendas a base de materia orgánica para evitar bloqueo en la absorción de nutrientes.

El nivel de materia orgánica es 0,1 %, se considera bajo en la provisión de nitrógeno y en el mejoramiento de la capacidad de retención de hidrógenos en el suelo.

Nivel de nitrógeno total es bajo con 0,01 %, se correlaciona con el valor de materia orgánica. Es necesario establecer un programa de fertilización nitrogenada con aplicaciones de estiércol como fertilización de fondo.

El fósforo disponible de 7 ppm es un nivel medio, por lo que es necesario incluir fertilización fosforada en el plan de fertilización.

El potasio asimilable es de 130 ppm se considera un nivel medio, es necesario incluir aplicaciones de potasio en el plan de fertilización.

Se tiene 50 % de arena, 26 % de limo, 24 % de arcilla, clasificando como textura franca, se considera óptima ya que presenta un equilibrio en sus propiedades físicas para el flujo de agua, aire y nutrientes. Se recomienda aplicar materia orgánica para mantener y mejorar dichas propiedades.

La capacidad de intercambio catiónico es 14,63 meq/100g considerado un nivel medio, es adecuado para el cultivo de limón. Se necesario establecer un adecuado programa de fertilización, mejorar las aplicaciones de materia orgánica y manejo del agua de riego.

**Tabla 4.6 Resultados análisis físico – químico del suelo**

DETERMINACIÓN	RESULTADO
Cond. Eléct. (dS/m)	2.49
pH (1:2.5)	8.35
Calcáreo (%CaCo <sub>3</sub> )	12.16
Materia Orgánica (%)	0.10
N total (%N)	0.01
P disponible (ppm P)	7
K asimilable (ppm K)	130
Clase textural	Franco
% Arena	50
% Limo	26
% Arcilla	24
C.I.C meq/100 g	14.63
Cationes cambiabiles (meq/100 g)	
Ca <sup>++</sup>	12
Mg <sup>++</sup>	2.10
K <sup>+</sup>	0.31
Na <sup>+</sup>	0.22

#### 4.2. DATOS METEOROLÓGICOS

En la tabla 4.7 se registran los datos meteorológicos correspondientes a los meses que duró el experimento y fueron proporcionados por la estación meteorológica de Miraflores de la Universidad Nacional de Piura.

En cuanto a la temperatura los valores están dentro de los márgenes permitidos para el cultivo de limón. Se observa que la mayor temperatura media fue de 26,9 °C en el mes de febrero. La humedad relativa fluctuó entre los rangos de 65 a 77 %; la precipitación en algunos meses fue nula, donde la máxima precipitación fue en el mes de marzo; la evaporación tuvo un rango de 3,3 a 4,4 mm.

Las horas de sol fluctúan entre 4,0 y 9,9; la planta requiere de alta luminosidad, por lo que produce mejor en lugares bien soleados. El color y sabor de la fruta dependen mucho de la radiación solar.

El viento fluctuó entre 4 a 81 km/h, siendo así la velocidad del viento más alta en el mes de setiembre.

En general, se puede decir que, las condiciones climáticas fueron favorables para el crecimiento inicial de las plantas de limonero, que basan su crecimiento en el brotamiento de yemas axilares y terminales. Considerando, que todas las plantas están expuestas a las mismas condiciones de clima y suelo, se espera que las diferencias encontradas en el crecimiento del mutante de limón Sutil sin semilla, se deban principalmente a condiciones endógenas específicas de los patrones: limón Rugoso, limón Volkameriano y mandarina Cleopatra. Dado que todas las yemas en un mismo árbol están expuestas a los mismos factores exógenos (ambientales), las diferencias de brotación entre ellas deben estar provocadas por factores endógenos. Entre los factores endógenos, el balance hormonal y movilización de reservas nutritivas, ejerce un papel decisivo en la brotación y la floración. (Agusti, 2003)

**Tabla 4.7 Registros meteorológicos mensuales durante el tiempo que duró el experimento.**

MES	Temperatura			Humedad relativa	Evaporación (mm)	Precipitación (mm)	Horas de sol	Viento (Km/h)
	T° media	T° máx.	T° min.					
Enero	28.7	34.4	24.0	71.0	4.2	0.8	4.0	68.0
Febrero	29.6	35.2	24.9	70.0	3.8	52.0	5.0	50.0
Marzo	29.3	35.0	24.7	77.0	4.0	82.1	6.8	4.0
Abril	28.1	33.9	22.9	76.0	3.9	8.7	7.5	2.1
Mayo	25.8	31.8	20.3	75.0	3.9	0.0	9.9	43.0
Junio	-	-	-	-	-	-	-	-
Julio	23.5	29.7	18.3	74.0	3.3	0.0	7.7	50.0
Agosto	23.2	29.4	18.1	73.0	3.3	0.0	7.8	61.0
Setiembre	23.7	30.4	18.6	73.0	3.8	0.0	8.0	81.0
Octubre	23.7	30.4	18.9	73.0	3.9	0.0	7.6	78.0
Noviembre	24.3	31.6	18.2	67.0	4.1	0.0	9.3	70.0
Diciembre	26.2	32.9	20.7	65.0	4.4	1.8	7.8	75.0

Fuente: Datos obtenidos de la estación meteorológica de Miraflores, UNP.



### **4.3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS**

#### **4.3.1. Altura de planta:**

La medición y comparación de la altura de planta y de las demás características morfológicas en los tres portainjertos, se realizó en cinco momentos: a 0 días, a 45 días, a 90 días, a 135 días y a 180 días de iniciado el experimento. En cada momento se analizó el crecimiento de planta con la ayuda de la prueba de T para la comparación de promedios. El momento 0 días corresponde a una planta de 3 meses de edad.

De las tablas 4.8 y 4.9, y la figura 4.3 se deduce que la altura de planta, durante los 180 días de evaluación del crecimiento en los tres portainjertos, presenta una tendencia muy similar. De 0 a 135 días no se observa diferencias estadísticas entre los promedios de los portainjertos sobre la altura de planta, pero a los 180 días ya se observa un mayor incremento en la altura de planta en limón Rugoso, que con 103,69 cm es estadísticamente superior al limón Volkameriano y mandarina Cleopatra con 101,31 y 96,11 cm respectivamente.

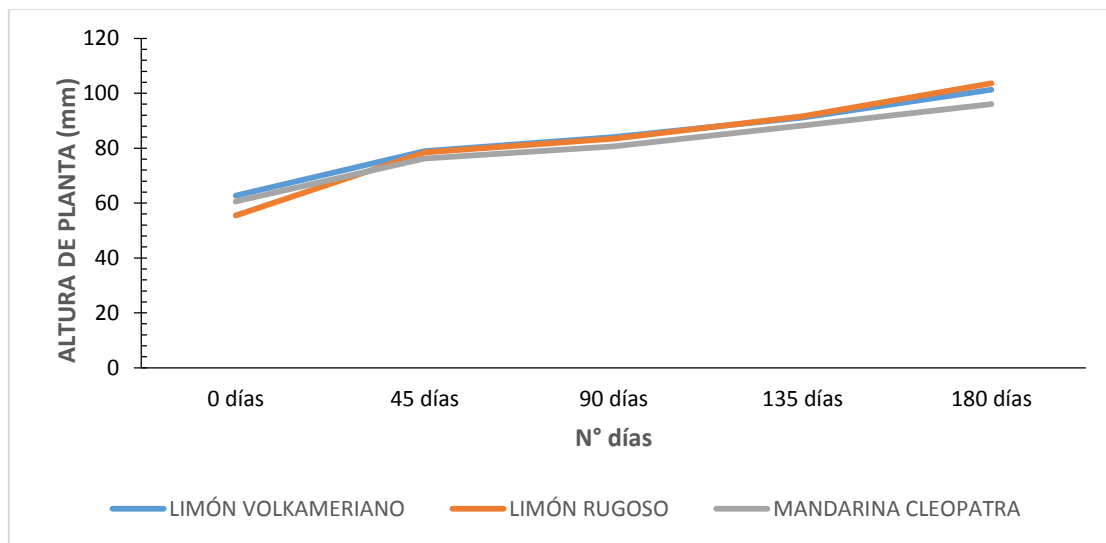
Estos resultados, coinciden con los obtenidos por Gutiérrez y Alcoser, 2013, que determinaron el crecimiento inicial de este clon de limón sin semilla en los mismos portainjertos, determinando un mayor crecimiento en los patrones limón Rugoso y Volkameriano sobre la mandarina Cleopatra.

El resultado obtenido en esta investigación estaría confirmando el mayor efecto del patrón limón Rugoso y el limón Volkameriano sobre el crecimiento del clon del limón sin semilla al inicio del crecimiento.

En la figura 4.3 podemos observar 3 periodos de crecimiento. El primer periodo corresponde a los primeros 45 días, donde el crecimiento de la planta es sostenido y posiblemente este asociado a una gran actividad observada en las células meristemáticas, que dan origen a los brotes vegetativos del primer flujo, que en este periodo corresponde a tejidos tiernos de gran crecimiento. Asimismo, esta etapa correspondió al periodo entre enero y marzo, con temperaturas medias de 29 °C y altas precipitaciones pluviales, que crearon condiciones favorables para un mayor metabolismo de la planta y crecimiento vegetativo.

El segundo periodo observado es de los 45 a 90 días, y corresponde a una etapa de maduración de tejidos y acumulación de reservas en los brotes de primer flujo. El crecimiento en esta etapa es lento, por lo que el incremento en altura de planta es poco notorio.

Y la tercera etapa de 90 a 180 días, nuevamente la planta muestra un crecimiento sostenido y coincide con el brotamiento de segundo flujo, por lo que se observa un incremento en la altura de planta en los tres portainjertos.



**Figura 4.3 Efecto de tres portainjertos sobre la altura de planta en un mutante de limón sin semilla.**

**Tabla 4.8 Resultados de la evaluación de altura de planta en 5 momentos durante 180 días (cm)**

PARAMETRO ESTADISTICO	22/01/2016			7/03/2016			21/04/2016			5/06/2016			20/07/2016		
	0 días			45 días			90 días			135 días			180 días		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
PROMEDIO	62.72	55.51	60.60	78.96	78.41	76.24	84.08	83.49	80.61	91.10	91.59	88.21	101.31	103.69	96.11
n	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
VARIANZA	23.307	65.351	47.470	20.368	26.679	40.833	22.644	45.786	31.356	22.898	45.116	42.416	18.979	16.204	39.384
DESV. EST.	4.83	8.08	6.89	4.51	5.17	6.39	4.76	6.77	5.60	4.79	6.72	6.51	4.36	4.03	6.28
Tc	2.17	-1.36	0.71	0.22	0.75	0.98	0.20	0.93	-2.70	-0.17	1.02	1.01	-1.13	2.87	1.93
Tt	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SIGNIFICACIÓN	*	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	*	NO	NO	NO	NO	*	*
COMPARACIÓN	V x R	R x M	V x M	V x R	R x M	V x M	V x R	R x M	V x M	V x R	R x M	V x M	V x R	R x M	V x M

**Tabla 4.9 Prueba de T Student para comparar promedios de altura de planta en tres portainjertos durante 180 días**

TIEMPO	22/01/2016			7/03/2016			21/04/2016			5/06/2016			20/07/2016		
	0 días			45 días			90 días			135 días			180 días		
PATRÓN	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
LIMÓN VOLKAMERIANO	X	2.17	0.71	X	0.22	0.98	X	0.20	-2.70	X	-0.17	1.01	X	-1.13	1.93
		*	NO		NO	NO		NO	*		NO	NO		NO	*
LIMÓN RUGOSO	X	X	-1.36	X	X	0.75	X	X	0.93	X	X	1.02	X	X	2.87
			NO			NO			NO			NO			*
MANDARINA CLEOPATRA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

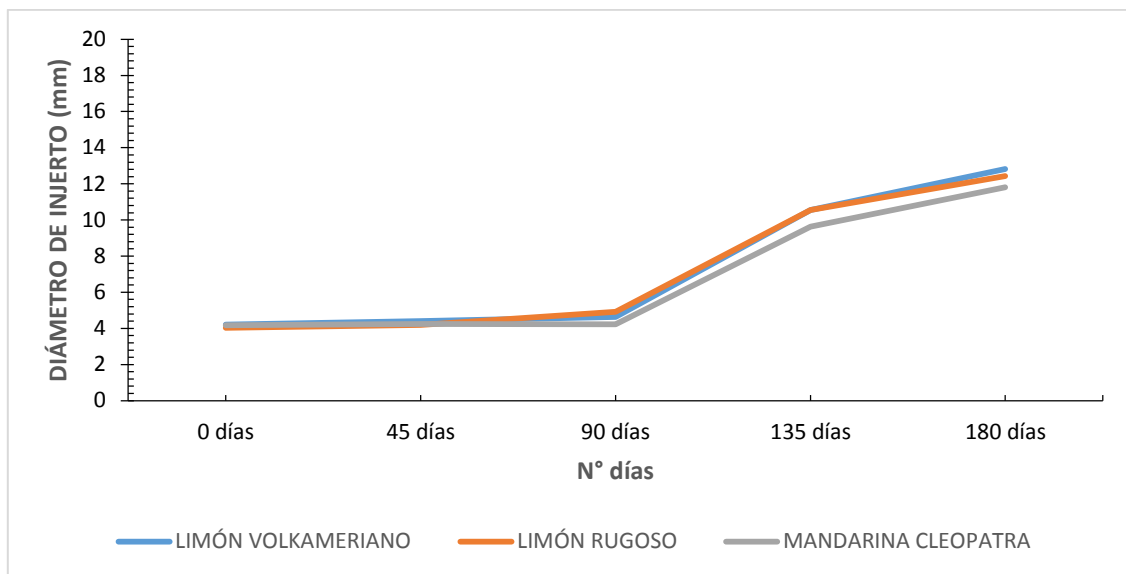
#### **4.3.2. Diámetro de injerto:**

En las tablas 4.10 y 4.11, podemos observar la evolución del diámetro de injerto del limón mutante sin semilla sobre tres portainjertos. La prueba de T, no detectó diferencias estadísticas entre los promedios del diámetro de injerto a 45 días y a 90 días, es decir, en los primeros 90 días los portainjertos limón Rugoso, limón Volkameriano y mandarina Cleopatra tienen un comportamiento muy similar en el diámetro de injerto. A los 135 y 180 días, los patrones se empiezan a diferenciar en la característica de diámetro de injerto. A 135 días el limón Volkameriano con 10,55 mm es estadísticamente igual al limón Rugoso, pero estos dos portainjertos es menor que mandarina Cleopatra con 9,62 mm.

A 180 días el limón Rugoso con 12,43 mm es estadísticamente igual al limón Volkameriano con 12,81 mm de diámetro de injerto, pero ambos son superiores a mandarina Cleopatra con 11,81 mm.

En la figura 4.4, se puede observar la variación del diámetro de injerto en los tres patrones en estudio, de 0 a 180 días de evolución. Se puede observar que, de 0 a 90 días, el diámetro de injerto se mantiene ligeramente estable, mostrando ligeros incrementos en el engrosamiento del tallo. Este pequeño incremento en el diámetro no se relaciona con el mayor desarrollo vegetativo observado en esta etapa; sin embargo, se podría explicar por qué los nuevos brotes están en plena actividad fotosintética y acumulación de materia seca, lo cual no se evidencia mucho en esta etapa.

De 90 a 180 días, se observa un incremento sostenido del diámetro de injerto en los tres patrones. Este periodo corresponde a una mayor altura de planta y a un mayor incremento en el área foliar, con la consecuente mayor acumulación de materia seca, que corresponde a una mayor área foliar.



**Figura 4.4 Efecto de tres portainjertos sobre el diámetro de injerto en un mutante de limón sin semilla.**

**Tabla 4.10 Resultados de la evaluación del diámetro de injerto en 5 momentos durante 180 días (mm)**

N° DE PLANTA	22/01/2016			7/03/2016			21/04/2016			5/06/2016			20/07/2016		
	0 días			45 días			90 días			135 días			180 días		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
PROMEDIO	4.21	4.04	4.17	4.40	4.20	4.24	4.63	4.92	4.23	10.55	10.55	9.62	12.81	12.43	11.81
n	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
VARIANZA	0.284	0.372	0.823	0.341	0.309	0.756	0.492	0.794	0.800	0.333	0.384	0.749	0.532	0.323	0.534
DESV. EST.	0.50	0.57	0.86	0.55	0.52	0.82	0.66	0.84	0.84	0.54	0.58	0.82	0.69	0.54	0.69
Tc	0.58	0.09	-0.34	0.70	0.42	-0.12	-0.73	1.00	1.56	0.00	2.52	2.46	1.17	2.74	1.88
Tt	1.73			1.73			1.73			1.73			1.73		
SIGNIFICACIÓN	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	*	*	NO	*	*
COMPARACIÓN	V:R	V:M	R:M	V:R	V:M	R:M	V:R	V:M	R:M	V:R	V:M	R:M	V:R	V:M	R:M

**Tabla 4.11 Prueba de T Student para comparar promedios del diámetro de injerto en tres portainjertos en 5 momentos durante 180 días.**

TIEMPO	22/01/2016			7/03/2016			21/04/2016			5/06/2016			20/07/2016		
	0 días			45 días			90 días			135 días			180 días		
PATRÓN	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
LIMÓN VOLKAMERIANO	X	0.58	0.09	X	0.70	0.42	X	-0.73	1.00	X	0.00	2.52	X	1.17	2.74
		NO	NO		NO	NO		NO	NO		NO	*		NO	*
LIMÓN RUGOSO	X	X	-0.34	X	X	-0.12	X	X	1.56	X	X	2.46	X	X	1.88
			NO			NO			NO			*			*
MANDARINA CLEOPATRA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



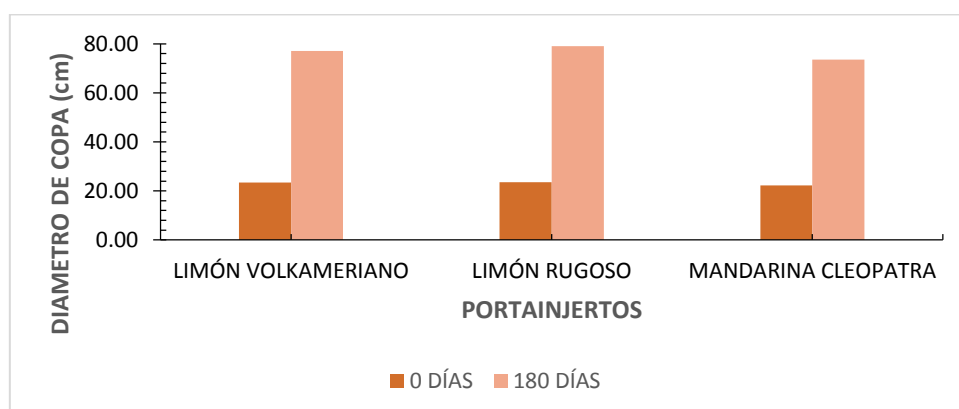
### 4.3.3. Diámetro de copa

En las tablas 4.12 y 4.13, se puede observar el crecimiento del diámetro de copa en los tres portainjertos del mutante sin semilla de limón Sutil, durante los 180 días de evaluación. Se puede ver que, al inicio del experimento, los tres patrones son estadísticamente iguales en la característica de diámetro de copa, con valores que oscilan entre 22,20 y 23,54 cm.

A los 180 días se observa la misma tendencia, los tres portainjertos no muestran diferencias significativas en su efecto sobre el diámetro de copa del mutante de limón Sutil sin semilla. Observando diámetros promedios entre 73,61 y 79,07 cm.

Se puede deducir que, al inicio del crecimiento de la planta, las diferencias entre los portainjertos en diámetro de copa, no son muy evidentes, por lo que la prueba de T, no logra detectarlas. Esta falta de significación estadística, probablemente se puede deber a la naturaleza propia de la especie, por lo cual las plantas, individualmente, no responden a un patrón definido y ordenado de ramificación, sino que existe una gran variabilidad en el ordenamiento de las ramas.

Esta respuesta de la planta, al inicio de su crecimiento, demanda de un manejo técnico adecuado en la poda de formación en esta etapa, con el fin de orientar el crecimiento de una copa simétricamente distribuida y con el vigor suficiente para sostener altos rendimientos de fruta, sin que se produzca la ruptura o el postrado de ramas.



**Figura 4.5 Efecto de tres portainjertos sobre el diámetro de copa en un mutante de limón sin semilla.**

**Tabla 4.12 Resultados de la evaluación inicial y final del diámetro de copa durante 180 días (cm)**

OBSERVACIONES	22/01/2016			20/07/2016		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
PROMEDIO	23.48	23.54	22.20	77.12	79.07	73.61
n	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
VAR.	2.824	5.153	2.245	53.557	94.015	55.524
DESV EST.	1.68	2.27	1.50	7.32	9.70	7.45
Tc	-0.07	1.61	1.40	-0.45	0.95	1.26
Tt	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
SIGNIFICACION	NO	NO	NO	NO	NO	NO
COMPARACION	V x R	V x M	R x M	V x R	V x M	R x M

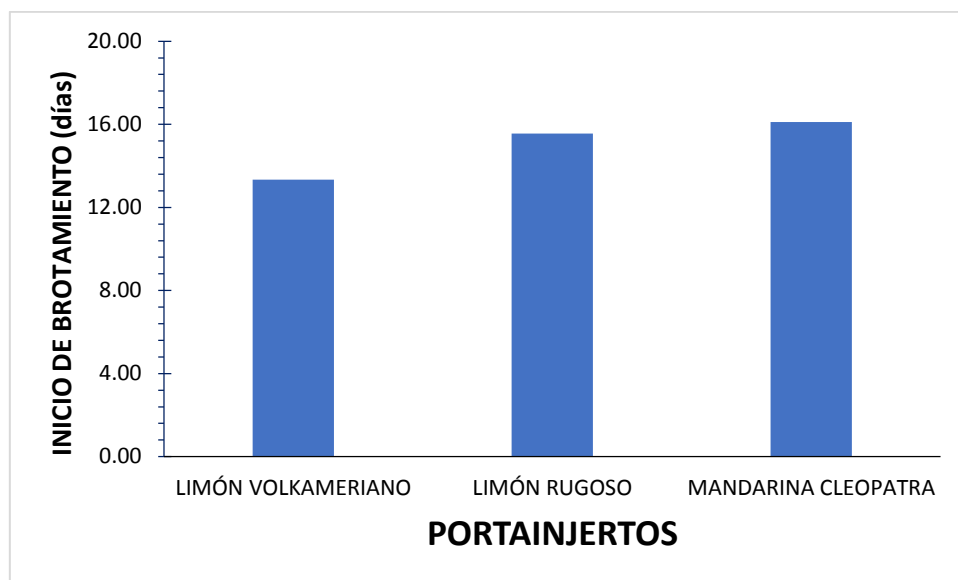
**Tabla 4.13 Prueba de T Student para comparar promedios de la evaluación inicial y final del diámetro de copa en tres portainjertos.**

TIEMPO	22/01/2016			TIEMPO	20/07/2016		
	0 días				180 días		
PATRÓN	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	PATRÓN	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
LIMÓN VOLKAMERIANO	X	-0.07	1.61	LIMÓN VOLKAMERIANO	X	-0.45	0.95
		NO	NO			NO	NO
LIMÓN RUGOSO	X	X	1.40	LIMÓN RUGOSO	X	X	1.26
			NO				NO
MANDARINA CLEOPATRA	X	X	X	MANDARINA CLEOPATRA	X	X	X

#### 4.3.4. Inicio de brotamiento del primer flujo

En las tablas 4.14 y 4.15, y de la figura 4.6, se observa el inicio de brotamiento del primer flujo, demostrando que el limón Volkameriano con 13,33 días de iniciado el experimento, es estadísticamente menor que el limón Rugoso y mandarina Cleopatra con 15,56 y 16,11 días respectivamente.

Significa que el patrón Volkameriano confiere al mutante de limón Sutil sin semilla, un menor tiempo para que ocurra el brotamiento del primer flujo. Esta respuesta podría ser un indicador de precocidad, por lo que se deduce, que en menor tiempo las plantas pueden iniciar su vida reproductiva, en comparación al patrón de limón Rugoso y mandarina Cleopatra.



**Figura 4.6 Efecto de tres portainjertos sobre el inicio de brotamiento del primer flujo en un mutante de limón sin semilla.**

**Tabla 4.14 Resultados de la evaluación del inicio de brotamiento del primer flujo (días).**

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	INICIO DE BROTAMIENTO DEL PRIMER FLUJO EN DÍAS DESDE EL INICIO DEL EXPERIMENTO		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
PROMEDIO	13.33	15.56	16.11
n	9.00	9.00	9.00
VARIANZA	6.250	2.778	4.861
DESV. EST.	2.36	1.57	2.08
Tc	-2.09	-2.36	-0.57
Tt	1.73		
SIGNIFICACIÓN	*	*	NO
COMPARACIÓN	V-R	V-M	R-M

**Tabla 4.15 Prueba de T Student para comparar promedios del inicio de brotamiento del primer flujo en tres portainjertos.**

TIEMPO	PORTAINJERTOS		
PATRÓN	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
LIMÓN VOLKAMERIANO	X	-2.09	-2.36
		*	*
LIMÓN RUGOSO	X	X	-0.57
			NO
MANDARINA CLEOPATRA	X	X	X

#### **4.3.5. Longitud de brote**

La comparación de la longitud de brote en los tres portainjertos, se analizó en dos momentos: a 45 días y a 90 días de iniciado el experimento. En cada momento se analizó el crecimiento con la ayuda de una prueba de T para la comparación de promedios. Solo se consideraron 90 días del brote de primer flujo, por ser, aproximadamente, el tiempo de crecimiento y maduración del brote.

De las tablas 4.16 y 4.17, y la figuras 4.7, se deduce que, en los primeros 45 días, el limón Volkameriano con 8,29 cm de longitud de brote, es estadísticamente igual al limón Rugoso con 8,00 cm y superior a mandarina Cleopatra con 7,36 cm y el limón Rugoso supera a mandarina Cleopatra en longitud de brote.

A los 90 días observa que el limón Volkameriano con 18,85 cm supera en longitud de brote al limón Rugoso con 15,86 cm y a mandarina Cleopatra 15,43 cm. El limón Rugoso es estadísticamente igual a mandarina Cleopatra.

Los resultados obtenidos de longitud de brote se relacionan con la mayor altura de planta del patrón Volkameriano sobre mandarina Cleopatra.

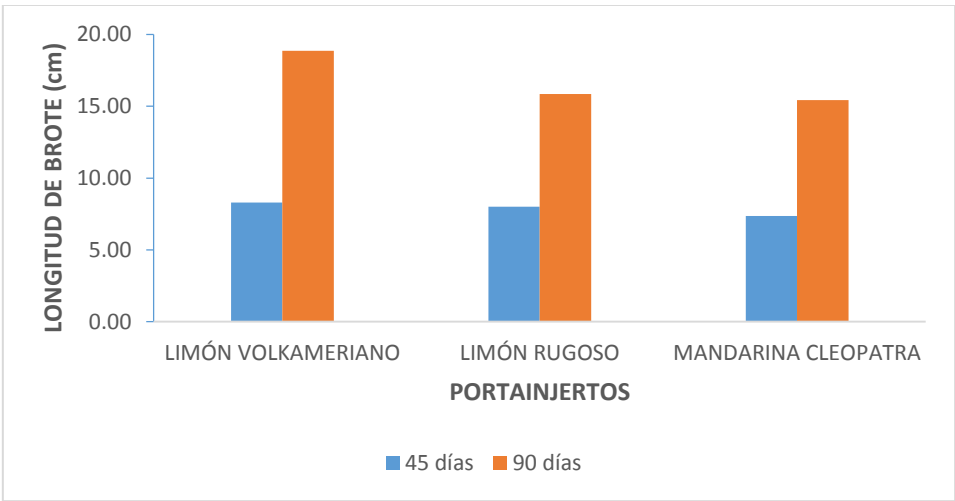
Estos resultados, coinciden con los obtenidos por Gutiérrez y Alcoser (2012), que determinaron el crecimiento inicial de este clon de limón sin semilla en los mismos portainjertos, determinando que, desde los 57 hasta los 71 días se observa un mayor efecto de los patrones Volkameriano y Rugoso sobre mandarina Cleopatra en la característica de longitud de brote del primer flujo. A los 57 y 72 días el limón Volkameriano y el limón Rugoso con valores entre 21,13 y 18,53 cm son estadísticamente iguales y ambos superan a mandarina Cleopatra que presenta valores de 15,17 cm de longitud de brote.

El resultado obtenido en esta investigación estaría confirmando el mayor efecto del patrón limón Volkameriano sobre el crecimiento del clon del limón sin semilla al inicio del crecimiento.

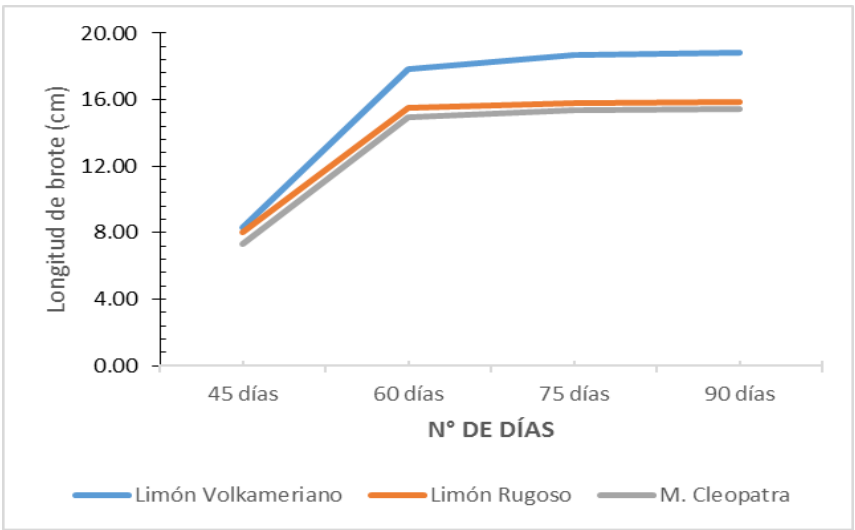
En la figura 4.8 podemos observar que en los primeros 60 días el crecimiento del brote es sostenido y posiblemente este asociado a una gran actividad observada en las

células meristemáticas, que dan origen a los brotes vegetativos del primer flujo, que en este periodo corresponde a tejidos tiernos de gran crecimiento.

De 60 a 90 días de crecimiento del brote, corresponde a una etapa de maduración de tejidos en los brotes de primer flujo. El crecimiento en esta etapa es lento, por lo que el incremento en la longitud de brote es poco notorio. Durante todo el ciclo de crecimiento del brote se observa un mayor crecimiento en el limón Volkameriano sobre el limón Rugoso y mandarina Cleopatra.



**Figura 4.7 Efecto de tres portainjertos sobre la longitud de brote en un mutante de limón sin semilla.**



**Figura 4.8 Efecto de tres portainjertos sobre la longitud de brote en un mutante de limón sin semilla cada 15 días.**

**Tabla 4.16 Resultados de la evaluación inicial y final de la longitud de brote (cm)**

PARAMETROS ESTADISTICOS	07/03/2016			21/04/2016		
	45 días			90 días		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
PROMEDIO	8.29	8.00	7.36	18.85	15.86	15.43
n	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
VARIANZA	0.378	0.130	0.385	3.007	2.369	1.910
DESV. EST.	0.58	0.34	0.58	1.63	1.45	1.30
Tc	1.14	3.02	2.55	3.64	4.36	0.59
Tt	1.73			1.73		
SIGNIFICACIÓN	NO	*	*	*	*	NO
COMPARACION	V-R	V-M	R:M	V-R	V-M	R:M



**Tabla 4.17 Prueba de T Student para comparar promedios de longitud de brote en tres portainjertos durante 90 días.**

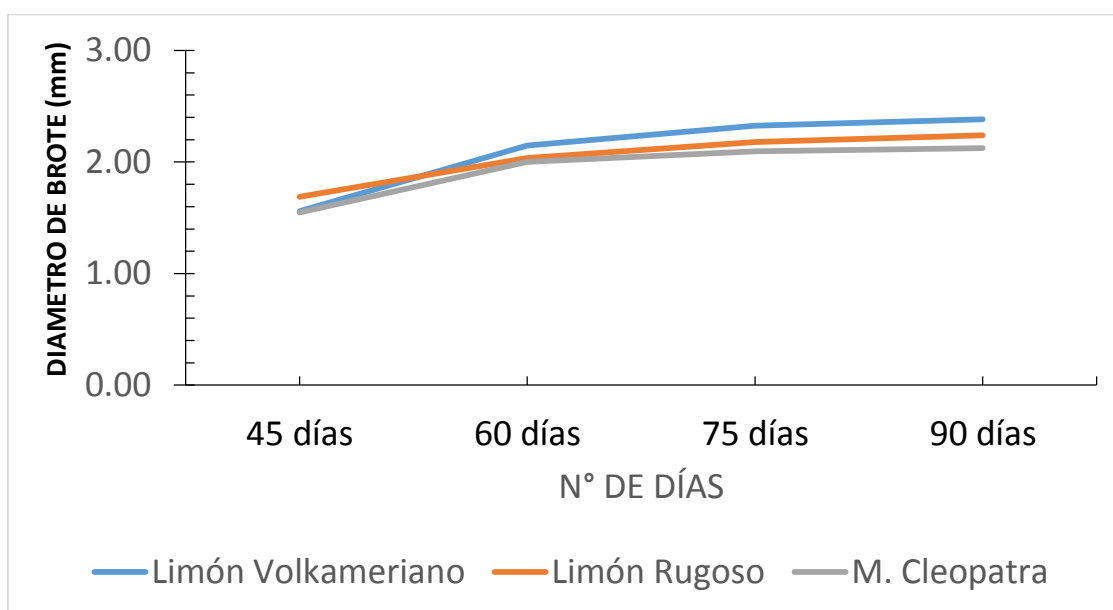
TIEMPO	7/03/2016			TIEMPO	21/04/2016		
	45 días				90 días		
PORTAINJERTOS	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	PORTAINJERTOS	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
LIMÓN VOLKAMERIANO	X	1.14	3.02	LIMÓN VOLKAMERIANO	X	3.64	4.36
		NO	*			*	*
LIMÓN RUGOSO	X	X	2.55	LIMÓN RUGOSO	X	X	0.59
			*				NO
MANDARINA CLEOPATRA	X	X	X	MANDARINA CLEOPATRA	X	X	X

#### 4.3.6. Diámetro de brote:

En las tablas 4.18 y 4.19, se observa el diámetro del brote a los 45 y 90 días, la prueba de T no detectó diferencias significativas a los 45 días entre los portainjertos, pero a los 90 días, encontró diferencias significativas en la comparación limón Volkameriano con 2,38 mm de diámetro vs mandarina Cleopatra con 2,12 mm de diámetro de brote. El limón Rugoso con 2,24 mm fue estadísticamente igual a limón Volkameriano y a mandarina Cleopatra.

Los resultados en esta observación, confirman el mayor efecto del patrón Volkameriano sobre mandarina Cleopatra, que ya se había detectado en las observaciones de altura de planta, diámetro de injerto, diámetro de copa y longitud de brote.

En la figura 4.9 se puede observar la tendencia del engrosamiento del brote en los tres portainjertos, donde, en los primeros 60 días se observa un mayor incremento en el diámetro y de los 60 a 90 días el crecimiento en diámetro del brote es lento. En esta segunda fase de engrosamiento del brote, el limón Volkameriano es más evidente que mandarina Cleopatra.



**Figura 4.9 Efecto de tres portainjertos sobre el diámetro de brote en un mutante de limón sin semilla cada 15 días.**

**Tabla 4.18 Resultados de la evaluación inicial y final del diámetro de brote (mm)**

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	7/03/2016			21/04/2016		
	45 días			90 días		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
PROMEDIO	1.56	1.69	1.55	2.38	2.24	2.12
n	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
VARIANZA	0.185	0.036	0.021	0.081	0.018	0.028
DESV. EST.	0.41	0.18	0.14	0.27	0.13	0.16
Tc	-0.78	0.08	1.67	1.29	2.22	1.53
Tt	1.73			1.73		
SIGNIFICACIÓN	NO	NO	NO	NO	*	NO
COMPARACIÓN	V-R	V-M	R:M	V-R	V-M	R:M

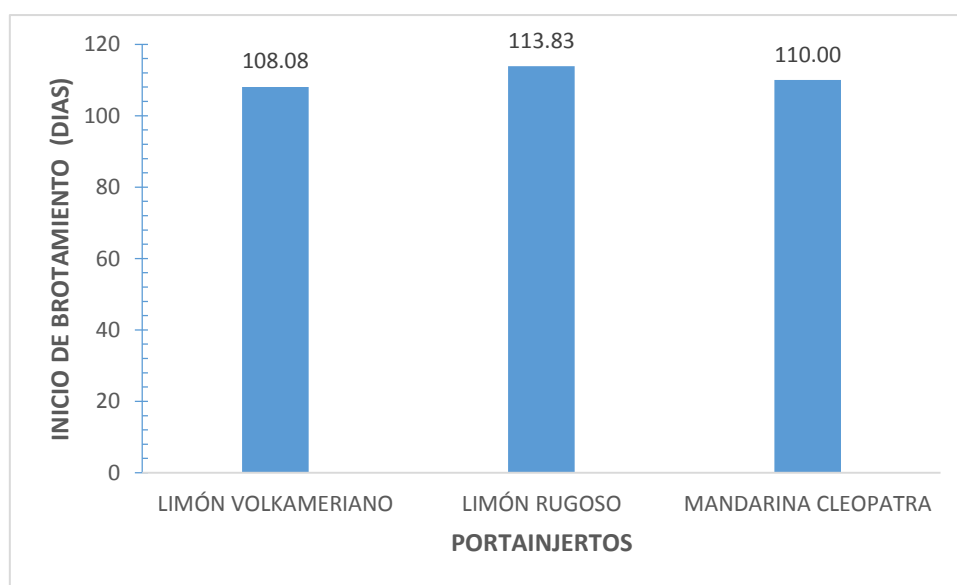
**Tabla 4.19 Prueba de T Student para comparar promedios del diámetro de brote en tres portainjertos durante 90 días.**

TIEMPO	7/03/2016			TIEMPO	21/04/2016		
	45 días				90 días		
PATRÓN	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	PATRÓN	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
LIMÓN VOLKAMERIANO	X	-0.78	0.08	LIMÓN VOLKAMERIANO	X	1.29	2.22
		NO	NO			NO	*
LIMÓN RUGOSO	X	X	1.67	LIMÓN RUGOSO	X	X	1.53
			NO				NO
MANDARINA CLEOPATRA	X	X	X	MANDARINA CLEOPATRA	X	X	X

#### 4.3.7. Inicio de brotamiento del segundo flujo:

En las tablas 4.20 y 4.21, la prueba de T, determinó que el limón Volkameriano con 108,08 días de iniciado el experimento, es estadísticamente menor que el limón Rugoso con 113,83 días e igual a mandarina Cleopatra con 110 días de inicio del brotamiento del segundo flujo.

Significa que, al igual que el brotamiento del primer flujo, el patrón Volkameriano confiere, al mutante de limón Sutil sin semilla, un menor tiempo de maduración del brote para que ocurra el brotamiento del segundo flujo, con lo cual se estaría confirmando el efecto del patrón Volkameriano sobre el mutante, para lograr plantas más precoces en el inicio de su vida reproductiva, en comparación al patrón limón Rugoso.



**Figura 4.10 Efecto de tres portainjertos sobre el inicio de brotamiento del segundo flujo en un mutante de limón sin semilla.**

Tabla 4.20 Resultados de la evaluación del inicio de brotamiento del segundo flujo (días).

PARAMETROS ESTADISTICOS	INICIO DEL BROTAMIENTO DE SEGUNDO FLUJO EN DIAS DEDE EL INICIO DEL EXPERIMENTO		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
PROMEDIO	108.08	113.83	110.00
n	9.00	9.00	9.00
VARIANZA	29.313	27.250	56.250
DESV. EST.	5.10	4.92	7.07
Tc	-2.16	-0.59	1.19
Tt	1.73		
SIGNIFICACION	*	NO	NO
COMPARACION	V-R	V-M	R-M

Tabla 4.21 Prueba de T Student para comparar promedios del inicio de brotamiento del segundo flujo en tres portainjertos.

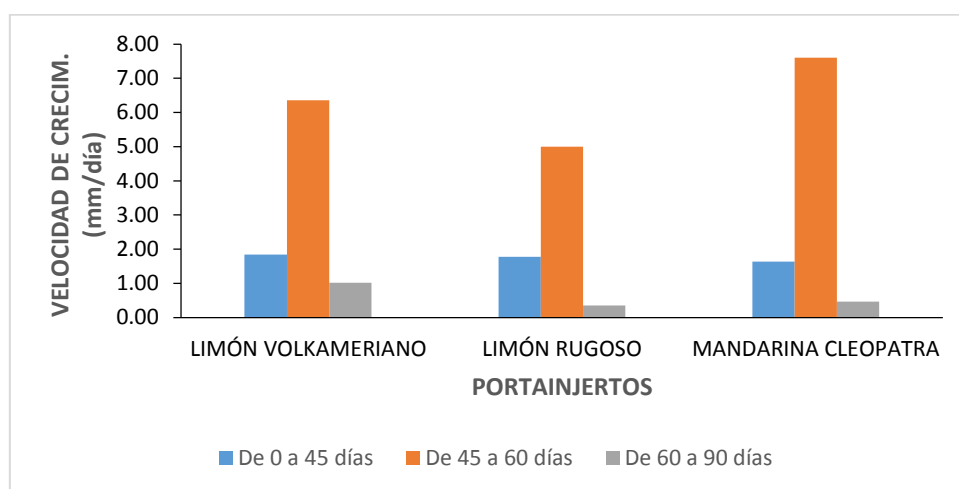
TIEMPO	PORTAINJERTOS		
PORTAINJERTOS	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
LIMÓN VOLKAMERIANO	X	-2.16	-0.59
		*	NO
LIMÓN RUGOSO	X	X	1.19
			NO
MANDARINA CLEOPATRA	X	X	X

#### 4.3.8. Velocidad de crecimiento del brote (primer flujo)

En las tablas 4.22 y 4.23 se observa que, de 0 a 45 días el limón Volkameriano con velocidad de crecimiento de 1,84 mm/día es igual al crecimiento del limón Rugoso con 1,78 mm/día, pero ambos son estadísticamente superiores en velocidad de crecimiento a mandarina Cleopatra con 1,64 mm/día.

De 45 a 60 días se puede observar que, mandarina Cleopatra es superior a limón Volkameriano y Rugoso. Igualmente, el limón Volkameriano es superior a limón Rugoso. Mandarina Cleopatra muestra la mayor velocidad de crecimiento con 7,61 mm/día en esta etapa, mientras que limón Volkameriano y Rugoso muestran una velocidad de 6,36 y 5,00 mm/día respectivamente.

De 60 a 90 días el limón Volkameriano es estadísticamente superior a limón Rugoso y mandarina Cleopatra, con valores de 1,01, 0,36 y 0,46 mm/día, respectivamente.



**Figura 4.11 Efecto de tres portainjertos sobre la velocidad de crecimiento del brote, en un mutante de limón sin semilla.**

**Tabla 4.22 Resultados de la evaluación de velocidad de crecimiento del brote (mm/día)**

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO (mm/día)			VELOCIDAD DE CRECIMIENTO (mm/día)			VELOCIDAD DE CRECIMIENTO (mm/día)		
	De 0 a 45 días			De 45 a 60 días			De 60 a 90 días		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
PROMEDIO	1.84	1.78	1.64	6.36	5.00	7.61	1.01	0.36	0.46
n	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
VARIANZA	0.019	0.006	0.019	1.336	0.905	2.153	0.468	0.186	0.709
DESV. EST.	0.13	0.08	0.13	1.09	0.90	1.38	0.64	0.41	0.79
Tc	1.14	3.02	2.55	2.57	-1.89	-4.22	2.30	1.44	-0.31
Tt	1.73			1.73			1.73		
SIGNIFICACIÓN	NO	*	*	*	*	*	*	NO	NO
COMPARACIÓN	V-R	V-M	R-M	V-R	V-M	R-M	V-R	V-M	R-M



**Tabla 4.23 Prueba de T Student para comparar promedios de velocidad de crecimiento del brote en tres portainjertos**

TIEMPO	De 0 a 45 días			De 45 a 60 días			De 60 a 90 días		
PATRÓN	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
LIMÓN VOLKAMERIANO	X	1.14	3.02	X	2.57	-1.89	X	2.30	1.44
		NO	*		*	*		*	NO
LIMÓN RUGOSO	X	X	2.55	X	X	-4.22	X	X	-0.31
			*			*			NO
MANDARINA CLEOPATRA	X	X	X	X	X	X	X	X	X

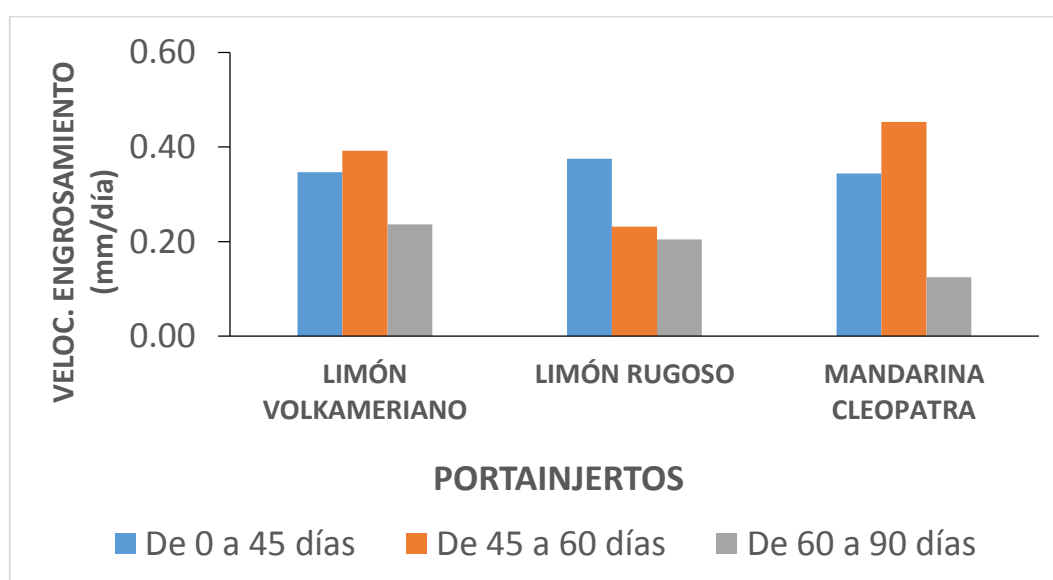
#### 4.3.9. Velocidad de engrosamiento del brote (primer flujo)

La velocidad de engrosamiento del brote sigue una tendencia similar a la velocidad de crecimiento en longitud de tallo de 0 a 45 días, no se observa diferencias significativas en la velocidad de engrosamiento del tallo entre los tres portainjertos.

De 45 a 60 días se puede observar que el limón Volkameriano con 0,39 mm/día es estadísticamente igual a mandarina Cleopatra con 0,45 mm/día y superior a limón Rugoso con 0,23 mm/día. Asimismo, mandarina Cleopatra es superior al limón Rugoso.

De 60 a 90 días el limón Volkameriano es estadísticamente igual a limón Rugoso, y ambos superan a mandarina Cleopatra, con valores de 0,24, 0,20 y 0,12 mm/día de velocidad de engrosamiento del brote respectivamente.

Del análisis de la velocidad de crecimiento en longitud y engrosamiento del brote, se puede deducir que, el limón Volkameriano y mandarina Cleopatra tienen un comportamiento muy similar en los primeros 60 días, donde muestran una velocidad superior a limón Rugoso; pero entre 60 y 90 días, mandarina Cleopatra muestra una velocidad inferior a Volkameriano, como se observa en la figura 4.12.



**Figura 4.12 Efecto de tres portainjertos sobre la velocidad de engrosamiento del brote, en un mutante de limón sin semilla.**

**Tabla 4.24 Resultados de la evaluación de velocidad de engrosamiento del brote (mm/día).**

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	VELOCIDAD DE ENGROSAMIENTO (mm/día)			VELOCIDAD DE ENGROSAMIENTO (mm/día)			VELOCIDAD DE ENGROSAMIENTO (mm/día)		
	De 0 a 45 días			De 45 a 60 días			De 60 a 90 días		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
PROMEDIO	0.35	0.38	0.34	0.39	0.23	0.45	0.24	0.20	0.12
n	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
VARIANZA	0.009	0.002	0.001	0.041	0.004	0.009	0.013	0.002	0.001
DESV. EST.	0.09	0.04	0.03	0.19	0.06	0.09	0.11	0.04	0.03
Tc	-0.78	0.08	1.67	2.12	-0.78	-5.58	0.75	2.68	4.31
Tt	1.73			1.73			1.73		
SIGNIFICACIÓN	NO	NO	NO	*	NO	*	NO	*	*
COMPARACIÓN	V-R	V-M	R-M	V-R	V-M	R-M	V-R	V-M	R-M

**Tabla 4.25 Prueba de T Student para comparar promedios de velocidad de engrosamiento del brote en tres portainjertos.**

TIEMPO	De 0 a 45 días			De 45 a 60 días			De 60 a 90 días		
PATRÓN	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
LIMÓN VOLKAMERIANO	X	-0.78	0.08	X	2.12	-0.78	X	0.75	2.68
		NO	NO		*	NO		NO	*
LIMÓN RUGOSO	X	X	1.67	X	X	-5.58	X	X	4.31
			NO			*			*
MANDARINA CLEOPATRA	X	X	X	X	X	X	X	X	X

#### 4.3.10. Número de hojas por brote

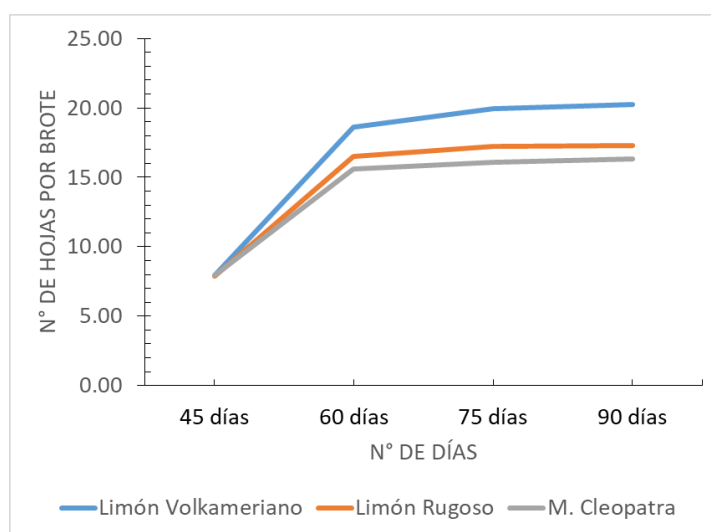
En la tabla 4.26 se observa que a los 45 días, el número de hojas por brote no presenta diferencias significativas entre los tres portainjertos.

A los 45 días se puede observar que el limón Volkameriano con 7,91 hojas/brote es estadísticamente igual a limón Rugoso y mandarina Cleopatra con 7,87 y 7,96 hojas/brote respectivamente.

A los 90 días el limón Volkameriano con 20,23 hojas/brote supera al limón Rugoso y mandarina Cleopatra, con valores de 17,32 y 16,30 hojas/brote respectivamente.

En la figura 4.13 se puede deducir que, el limón Volkameriano, limón Rugoso y mandarina Cleopatra tienen un comportamiento muy similar en los primeros 45 días, por lo que no se observa diferencias significativas entre los patrones; pero a los 90 días el limón Volkameriano es estadísticamente superior a limón Rugoso y mandarina Cleopatra.

Los resultados obtenidos para número de hojas por brote coinciden con los resultados obtenidos por Gutiérrez y Alcoser (2013), quién en una investigación con los mismos patrones y el mismo mutante sin semilla, determinaron que el limón Volkameriano mostró mayor número de hojas por brote que el limón Rugoso y mandarina Cleopatra.



**Figura 4.13 Efecto de tres portainjertos sobre el número de hojas por brote, en un mutante de limón sin semilla.**

Tabla 4.26 Resultados de la evaluación del número de hojas por brote.

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	7/03/2016			21/04/2016		
	45 días			90 días		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
PROMEDIO	7.91	7.87	7.96	20.23	17.32	16.30
n	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
VARIANZA	0.151	0.220	0.488	4.347	4.154	2.670
DESV. EST.	0.37	0.44	0.66	1.97	1.92	1.54
Tc	0.21	-0.16	-0.30	2.82	4.19	1.10
Tt	1.73			1.73		
SIGNIFICACIÓN	NO	NO	NO	*	*	NO
COMPARACION	V-R	V-M	R-M	V-R	V-M	R-M

**Tabla 4.27 Prueba de T Student para comparar promedios del número de hojas por brote en tres portainjertos.**

TIEMPO	7/03/2016			TIEMPO	21/04/2016		
	45 días				90 días		
PATRÓN	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	PATRÓN	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
LIMÓN VOLKAMERIANO	X	0.21	-0.16	LIMÓN VOLKAMERIANO	X	2.82	4.19
		NO	NO			*	*
LIMÓN RUGOSO	X	X	-0.30	LIMÓN RUGOSO	X	X	1.10
			NO				NO
MANDARINA CLEOPATRA	X	X	X	MANDARINA CLEOPATRA	X	X	X

#### 4.3.11. Incidencia de plagas y enfermedades

De la evaluación mensual durante los seis meses que duró el experimento de las diferentes plagas que atacan al limonero, en la tabla 4.28 y de la figura 4.14, se puede deducir que los tres portainjertos muestran el mismo comportamiento en relación a su susceptibilidad a las plagas: queresá redonda (*Selenaspidus articulatus*), pulgón (*Toxoptera aurantii*), mosca blanca (*Aleurothrixus floccosus*), piojo blanco (*Pinnaspis aspidistrae*); que fueron las que se observaron en el tiempo de evaluación.

Los niveles de infestación de estas plagas se estimaron entre los grados 0, 1 y 2 que corresponde respectivamente a un nivel de ataque sin daño, leve y mediano. Podríamos considerar que por el bajo nivel de infestación, los daños a la planta no son de consideración; pero, es necesario continuar con las evaluaciones para observar el comportamiento de los patrones bajo otras condiciones climáticas, ya que en las condiciones del experimento se presentaron lluvias fuertes (50 mm) en los meses de marzo – abril, es posible que, de alguna forma, se esté distorsionando la respuesta del patrón al ataque de las plagas.

En el caso del minador de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*), en la figura 4.15, se observa un nivel de infestación de 24, 24 y 23 % de hojas afectadas (dañadas), para los patrones limón Rugoso, Limón Volkameriano y mandarina Cleopatra respectivamente.

Este resultado nos indica que el mutante de limón Sutil sin semilla, muestra una respuesta similar con los tres portainjertos estudiados.

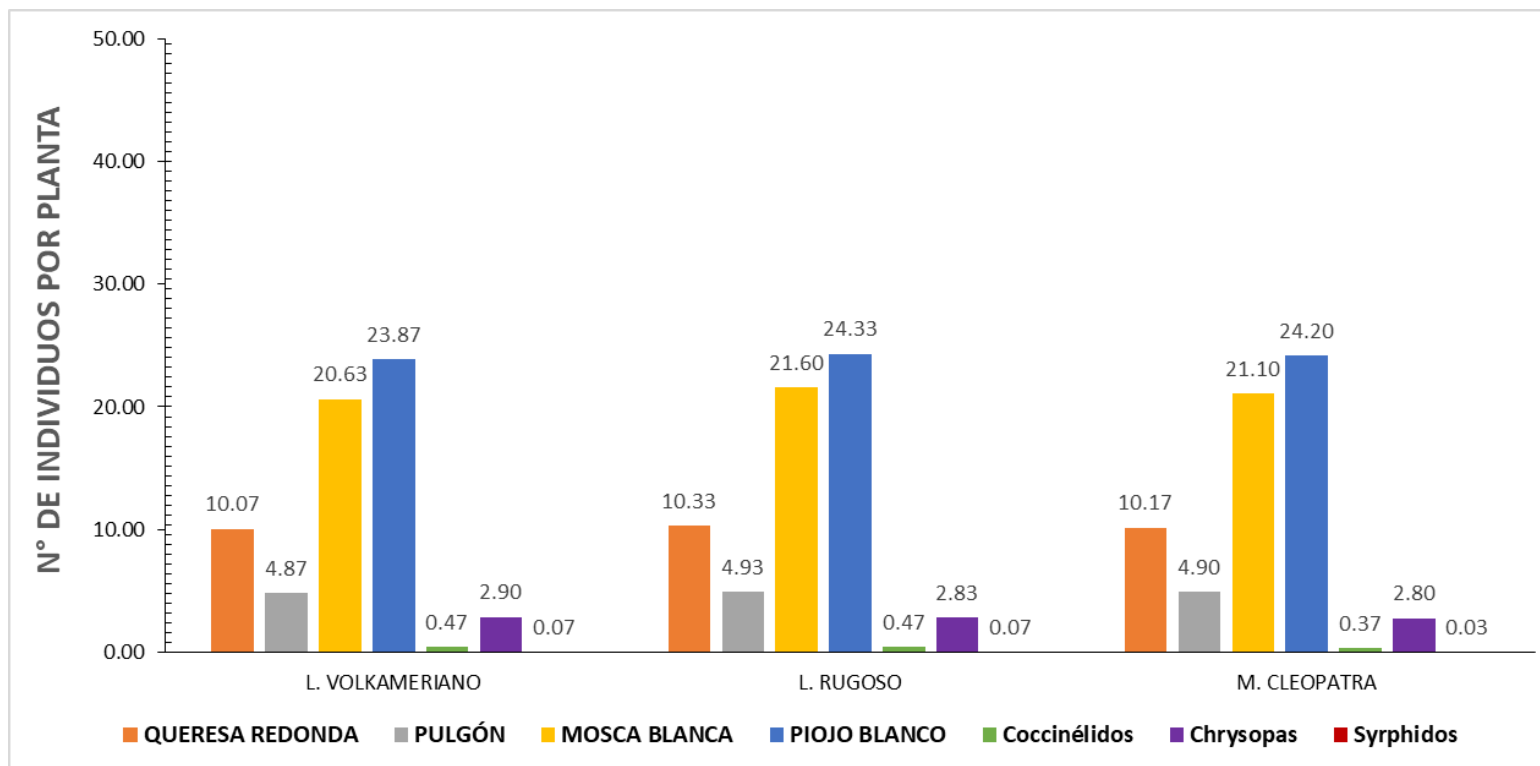
Así mismo, se observa que los controladores biológicos observados durante el experimento, estuvo constituido por algunos adultos y larvas de coccinélidos, posturas de huevos y larvas de crisopas, y larvas de syrphidos, en niveles bajos. Tampoco se observan diferencias significativas en la respuesta de los tres patrones.



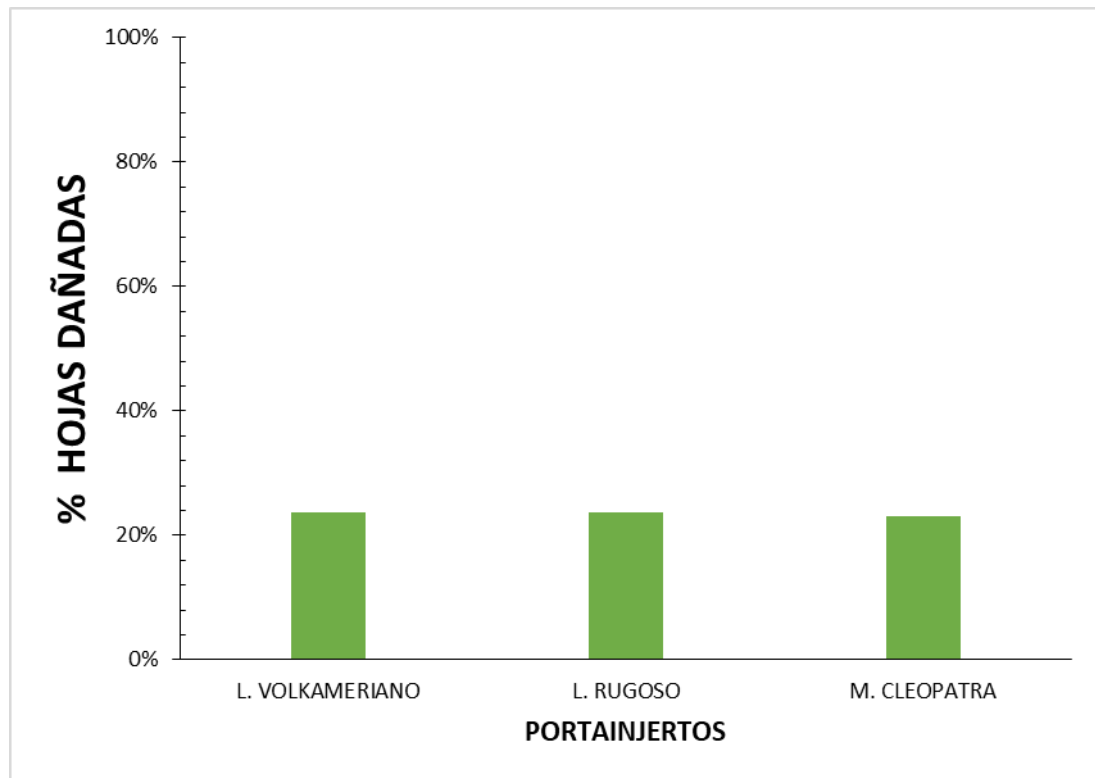
En general, se podría deducir que, en los seis meses de evaluación de plagas no se observó diferencias en la respuesta de los tres portainjertos. Es posible que seis meses es un tiempo muy reducido para medir adecuadamente el efecto de los patrones sobre el mutante de limón Sutil sin semilla, con respecto a su susceptibilidad o resistencia a las diferentes plagas de los cítricos.

**Tabla 4.28 Resultados de las evaluaciones de plagas en los tres portainjertos.**

PLAGAS		PROMEDIO MENSUAL (N° INDIVIDUOS POR PLANTA EN 6 MESES)					
		L. VOLKAMERIANO		L. RUGOSO		M. CLEOPATRA	
		Individuos/planta	Grado de infestación	Individuos/planta	Grado de infestación	Individuos/planta	Grado de infestación
Queresa redonda		10.07	leve	10.33	leve	10.17	leve
Queresa coma		0.00	sin daño	0.00	sin daño	0.00	sin daño
Pulgón		4.87	leve	4.93	leve	4.90	leve
Mosca blanca		20.63	mediano	21.60	mediano	21.10	mediano
Piojo blanco		23.87	mediano	24.33	mediano	24.20	mediano
Arañita roja		0.00	sin daño	0.00	sin daño	0.00	sin daño
Minador de hoja	n° hojas totales	100.00	*	100.00	*	100.00	*
	n° hojas dañadas	24%	*	24%	*	23%	*
Control biológico	Coccinélidos	0.47	*	0.47	*	0.37	*
	Chrysopas	2.90	*	2.83	*	2.80	*
	Syrphidos	0.07	*	0.07	*	0.03	*



**Figura 4.14 Efecto de tres portainjertos sobre la incidencia de plagas, en un mutante de limón sin semilla.**



**Figura 4.15 Efecto de tres portainjertos sobre el porcentaje de hojas dañadas por planta, en un mutante de limón sin semilla.**

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES**

1. Los portainjertos limón Volkameriano y Rugoso demostraron mayor efecto que mandarina Cleopatra sobre el crecimiento en altura de planta y diámetro de tallo del clon del limón Sutil sin semilla al inicio del crecimiento. No se observa efecto sobre la característica diámetro de copa.
2. El limón Volkameriano demostró ser el portainjerto que induce el mayor crecimiento de ramas del mutante de limón Sutil sin semilla, al superar a limón Rugoso y mandarina Cleopatra en longitud y en diámetro de brote. Así mismo, el limón Volkameriano supera al limón Rugoso en velocidad de crecimiento en longitud y en diámetro.
3. El limón Volkameriano y mandarina Cleopatra con 108 y 110 días respectivamente, presentan el menor tiempo de brotamiento del segundo flujo, sobre el limón Rugoso que presenta 114 días.
4. De acuerdo a las observaciones entomológicas en el campo experimental y durante los 180 días de evaluación, no se logró detectar diferencias observables en la incidencia de plagas y enfermedades, entre los patrones limón Volkameriano, limón Rugoso y mandarina Cleopatra. Así mismo, no se observó incidencia de enfermedades importantes en ninguno de los tres portainjertos estudiados.

## **CAPÍTULO 6**

### **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda continuar las investigaciones de la mutación en los mismos portainjertos, durante un tiempo más prolongado, para determinar su comportamiento en rendimiento y calidad de fruta, así como su estabilidad en la producción de frutos sin semilla.
2. Se recomienda realizar una caracterización morfológica y molecular avanzada de la mutación en los tres portainjertos.
3. Dentro de las evaluaciones fitosanitarias realizar un monitoreo constante para determinar susceptibilidad a factores adversos. Así mismo, relacionar el comportamiento poblacional de las plagas importantes con los factores de clima (temperatura, humedad relativa y precipitaciones) y el daño que ocasiona sobre la calidad de la fruta.

## CAPÍTULO 7

### BIBLIOGRAFÍA

- AGROLOGICA. (2013). *Principales patrones en cítricos*. Obtenido de <http://blog.agrologica.es/principales-patrones-portainjertos-en-citricos-naranja-limonero-mandarino-caracteristicas-tabla/>
- AGROSAL. (2014). *Tolerancia de los cultivos a la Salinidad*. Obtenido de <http://agrosal.ivia.es/tolerancia.html>
- Agusti, M. (2003). *Cuajado y Desarrollo de los Frutos Cítricos - Instituto Agroforestal Mediterráneo - Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de <http://www.ivia.gva.es/documents/161862582/161863558/Cuajado+y+desarrollo+de+los+frutos+c%C3%ADtricos/26829300-6f7d-4c89-b67a-302858cd9790>
- Alcoser, H. (2017). *Efecto de cuatro formas de polinización sobre la generación de semillas y el tamaño de fruto en dos mutantes sin semilla de Citrus aurantifolia L. (limón Sutil) en Cieneguillo Sur Valle del Chira, 2015*. Tesis para doctor en ciencias agrarias. Universidad Nacional de Piura.
- Alcoser, H., y Reyes, P. (2012). *Evaluación fenotípica, conservación y posibilidades de utilización de una variante sin semilla de limón sutil (Citrus aurantifolia Christmann) swingle en el Valle del Chira*. Piura: Informe Proyecto de Investigación, Gobierno Regional de Piura. Piura: Gobierno Regional de Piura.
- Anderson, C. (2012). *Manual para Productores de Naranja y Mandarina - Portainjertos*. Obtenido de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_manual\\_citricultura\\_cap6.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_manual_citricultura_cap6.pdf)
- Colonia, C. (2013). *Guía técnica: Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en el cultivo de Cítricos*. Huara - Perú: Agrobanco.
- Delgado. (1984). *La Planta*. Lima-Perú: Biblioteca Agropecuaria del Perú - Nets Editores.
- EL MERCURIO. (2017). *Recomendaciones para controlar la fumagina en cítricos*. Obtenido de <https://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2014/03/06/Como-controlar-la-fumagina-en-citricos.aspx>
- Faust, M. (1989). *Physiology of temperate zone fruit trees*. NEW YORK-EE.UU: John Wiley.
- Franciosi. (1985). *Manual de Cultivo de Frutales*. Trujillo-Perú: FOPEX .
- Gil-Albert, F. (1996). *Tratado de arboricultura frutal. Morfología y fisiología del árbol frutal*. Madrid-España: Mundi-Prensa.

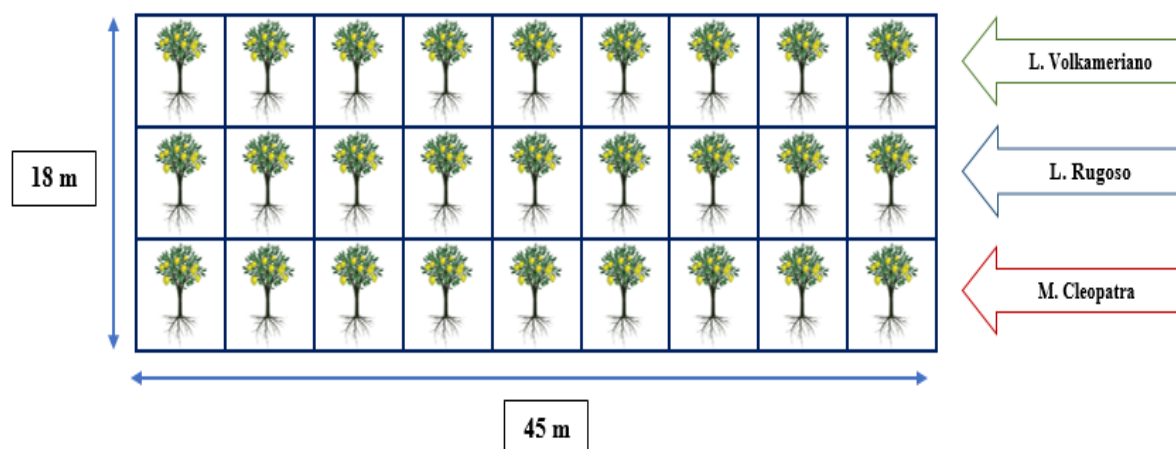
- Gómez, A. (2006). *Revista de Extensión Agraria*. Obtenido de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_REA/REA\\_1975\\_01\\_5\\_6.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_REA/REA_1975_01_5_6.pdf)
- Gonzáles, E. (1960). *El cultivo de los agrios*. Madrid-España: Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas.
- Gutiérrez, B., y Alcoser, H. (2013). *Evaluación de las características morfológicas y de crecimiento inicial de 3 variantes de Limón Sutil (Citrus aurantifolia Swingle) en 3 patrones portainjertos en el Valle del Chira, Sector Cieneguillo Sur. Piura*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura.
- Herrera, J. (1964). Ciclos Biológicos de las Queresas de los Cítricos en la Costa Central. *Revista Peruana de Entomología - Sociedad Entomológica del Perú*, 1-8.
- InfoAgro. (2009). *Curso de Citricultura*. Obtenido de <http://www.infoagro.com/citricos/limon.htm>
- INFORURAL. (2012). *Limón, plagas y enfermedades*. Obtenido de <https://www.inforural.com.mx/limon-plagas-y-enfermedades/>
- INIA. (2017). *Entomología - Plagas en frutales - Chile*. Obtenido de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/FichasTecnicasSanidadVegetal/Ficha%2019%20Mosquita%20blanca%20algodonosa.pdf>
- INIA. (s.f.). *Manejo de Plagas en paltos y cítricos - Chile*. Obtenido de <https://frutales.files.wordpress.com/2011/01/cit-16-manejo-de-plagas-en-paltos-y-cc3adtricos.pdf>
- INIA. (s.f.). *Manejo de Plagas en paltos y cítricos - Chile*. Obtenido de [http://www.avocadosource.com/books/Ripa2008/Ripa\\_Chapter\\_11e.pdf](http://www.avocadosource.com/books/Ripa2008/Ripa_Chapter_11e.pdf)
- Jiménez, D. (2012). *Informe de resultados de estudio molecular*. Lima: Laboratio de Biotecnología del Programa de Cereales y Granos de la UNALM Nativos.
- Meyer, B. S. (1960). *INTRODUCCIÓN DE LA FISIOLOGÍA VEGETAL*. BUENOS AIRES: EDITORIAL EUDEBA.
- MINAGRI. (2016). *Estadísticas Agrarias*. Piura: Oficina de Información Agraria.
- MINAGRI. (2017). *Boletín - Informe de Limón*. LIMA.
- Monselise, S. (1985). *CITRUS AND RELATED GENERA*. FLORIDA-EE.UU: CRC HANDBOOK OF FLOWERING.
- Mostacero, J. (1993). *Taxonomía de las Fanerógamas Peruanas*. Trujillo-Perú: Concytec.



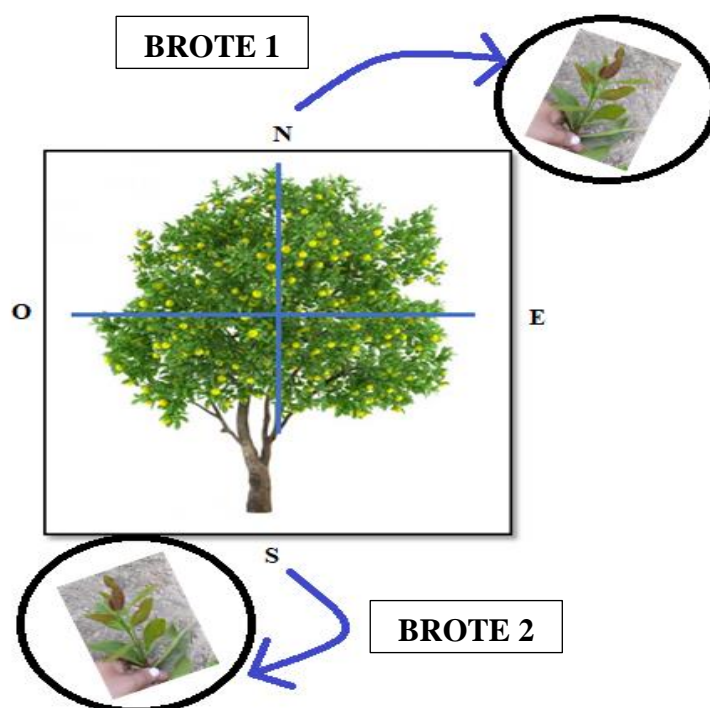
- Razeto, B. (1992). PARA ENTENDER LA FRUTICULTURA. SANTIAGO DE CHILE: VIVARIUM.
- Reyes, S., y Reyes, P. (2012). *Caracterización Fenotípica de Tres Variantes de Limón Sutil (Citrus aurantifolia L) en el Valle de Cieneguillo . Piura*. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Piura.
- Robinson, J. (2006). *Portainjerto*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Portainjerto>
- Rodríguez, M. (2002). *Cultivo de los Cítricos*. México.
- Sánchez, C. (2005). Producción y Comercialización de Cítricos. Lima-Perú: Ediciones Ripalme. Obtenido de [www.unp.edu.pe/transparenciaunp/download/proyectosdeinvestigacionul timosemacad.pdf](http://www.unp.edu.pe/transparenciaunp/download/proyectosdeinvestigacionul timosemacad.pdf).
- Semillero, E. (2009). *Producción tradicional - Propagación de injertos*. Obtenido de [http://elsemillero.net/nuevo/semillas/produccion\\_tradicional7.html](http://elsemillero.net/nuevo/semillas/produccion_tradicional7.html)
- SENASA. (2018). *Productores de cítricos de Piura comparten su experiencia con agricultores de Cusco*. Obtenido de <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/productores-de-citricos-de-piura-comparten-su-experiencia-con-agricultores-de-cusco/>
- Syngenta. (s.f.). *Pulgones en cítricos - España*. Obtenido de <https://www.syngenta.es/pulgones-en-citricos>
- Tejada, J. (2018). Manual Ilustrado de Control de Plagas. Piura: Gobierno Regional de Piura.
- Victor. (s.f.). *Concepto de Enfermedad en las Plantas*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/331656377/Concepto-de-Enfermedad-en-Las-Plantas>

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Croquis del campo experimental



## Anexo 2. Distribución de los brotes para evaluar plagas



**Anexo 3. Resumen de los descriptores para *Citrus* sp del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) aplicado al limón Sutil de la planta mutante de donde se ha obtenido el material de propagación. (Reyes y Reyes, 2012)**

N°	CARACTERÍSTICA	PLANTA SIN SEMILLA 1	
		MUTANTE	NORMAL
<b>1</b>	<b>DESCRIPTORES DE PASAPORTE</b>		
<b>1.1</b>	Número de accesión	HA-01-02A	HA-01-02B
<b>1.2</b>	Nombre del donante	Dilter Rivera	Dilter Rivera
<b>1.5</b>	Nombre científico	<i>Citrus aurantifolia</i> Christmann (Swingle)	<i>Citrus aurantifolia</i> Christmann (Swingle)
<b>1.5.1</b>	Género	Citrus	Citrus
<b>1.5.2</b>	Especie	Aurantifolia	Aurantifolia
<b>2.</b>	<b>DESCRIPTORES DE LA PLANTA</b>		
<b>2.1.</b>	Hábito de crecimiento del árbol (postura)	1 Erecto	1 Erecto
<b>2.2</b>	Ramificación	3 Escasa	5: Media
<b>2.3</b>	Angulo de inserción de las ramas	5: Medio	5: Medio
<b>2.4</b>	Densidad de espinas en el árbol adulto (no en retoños)	5: Media	7 Alta
<b>2.5</b>	Longitud de las espinas en el árbol adulto (no en retoños)	2: 6 - 15 mm	2 : 6 - 15 mm
<b>2.6</b>	Longitud de la lámina foliar	76 mm	65.67 mm
<b>2.7</b>	Anchura de la lámina foliar	34 mm	33.35 mm
<b>2.8</b>	Relación longitud/anchura de la lámina foliar	2.23 mm	1.96 mm
<b>2.9</b>	Grosor de la hoja	0.1 mm	0.1 mm
<b>2.10</b>	Forma de la lámina foliar	1 Elíptica	1:Elíptica
<b>2.11</b>	Margen de la lámina foliar	1:Crenado	1:Crenado
<b>2.12</b>	Ápice de la hoja	1 Atenuado	1 Atenuado
<b>2.13</b>	Ausencia/presencia de alas en el peciolo	1 Presente	1 Presente
<b>2.14</b>	Anchura del ala del peciolo	3 Angosta	3:Angosta
<b>2.15</b>	Forma del ala del peciolo	3 Oboval	3:Oboval
<b>2.16</b>	Unión entre peciolo y lámina	2 Articulada	2:Articulada
<b>2.17</b>	Peso del fruto	16.5 gr	18 gr

<b>2.18</b>	<b>Diámetro del fruto</b>	31.7mm	33.9 mm
<b>2.19</b>	<b>Longitud del fruto</b>	33.8 mm	32.6 mm
<b>2.20</b>	<b>Forma del fruto</b>	1:Esferoide	1:Esferoide
<b>2.21</b>	<b>Forma de la base del fruto</b>	2:Convexa	2:Convexa
<b>2.22</b>	<b>Forma del ápice del fruto</b>	3:Redondeado	3:Redondeado
<b>2.23</b>	<b>Anchura del epicarpio en la zona ecuatorial</b>	0.6 mm	0.5 mm
<b>2.24</b>	<b>Textura de la superficie del fruto</b>	2: Rugosa	1: Lisa
<b>2.25</b>	<b>Adherencia del albedo (mesocarpio) a la pulpa (endocarpio)</b>	7: Fuerte	7: Fuerte
<b>2.26</b>	<b>Espesor de la cáscara (mesocarpio) del fruto</b>	2.7 mm	1.7 mm
<b>2.27</b>	<b>Número de gajos por fruto</b>	2: 5–9	2: 5–9
<b>2.28</b>	<b>Semilla (semillas por fruto)</b>	2.6	6.8
<b>2.29</b>	<b>Promedio de semillas por fruto (promedio de 10 frutos)</b>	1: 1 - 4	2: 5-9
<b>2.30</b>	<b>Test de ausencia de semillas</b>	No se observó	No se observó
<b>2.31</b>	<b>Forma de la semilla</b>	4:Ovoide	4:Ovoide
<b>3</b>	<b>DESCRIPTORES DE EVALUACIÓN</b>		
<b>3.1</b>	<b>Longitud de la semilla</b>	9.01 mm	9.3 mm
<b>3.2</b>	<b>Anchura de la semilla</b>	5.2 mm	5.8 mm
<b>3.3</b>	<b>Peso de la semilla</b>	1.24 g	1.52 g

**Anexo 4. Altura de planta parámetro evaluado durante 180 días en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos (cm)**

TIEMPO	22/01/2016			7/03/2016			21/04/2016			5/06/2016			20/07/2016		
	0 días			45 días			90 días			135 días			180 días		
N° DE PLANTAS	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
P1	55.40	49.00	49.80	74.60	70.50	65.70	74.70	79.30	70.10	83.20	83.40	74.30	94.50	98.30	83.90
P2	70.60	50.10	53.20	87.20	72.20	73.10	89.90	72.40	74.80	96.70	84.30	84.40	106.30	97.50	94.10
P3	61.10	72.40	55.10	79.90	82.10	73.40	88.10	94.00	80.10	90.00	101.90	90.20	98.90	109.50	93.80
P4	64.00	48.60	67.00	72.80	76.10	74.60	82.30	80.50	82.00	93.30	85.90	92.70	103.50	103.60	101.00
P5	63.30	52.30	65.30	81.10	79.50	74.00	81.60	82.40	80.70	92.00	90.20	90.50	102.70	104.20	97.80
P6	63.00	56.50	68.00	82.40	79.00	83.60	87.40	91.30	85.50	92.20	97.10	91.40	104.00	103.10	101.40
P7	57.80	54.00	57.50	74.70	79.70	76.30	83.80	81.70	83.40	84.20	92.80	87.90	94.60	102.50	93.40
P8	68.80	51.70	61.90	77.80	78.70	77.70	87.80	80.60	79.80	96.90	89.20	85.20	105.20	106.50	94.00
P9	60.50	65.00	67.60	80.10	87.90	87.80	81.10	89.20	89.10	91.40	99.50	97.30	102.10	108.00	105.60
SUMATORIA	564.50	499.60	545.40	710.60	705.70	686.20	756.70	751.40	725.50	819.90	824.30	793.90	911.80	933.20	865.00
PROMEDIO	62.72	55.51	60.60	78.96	78.41	76.24	84.08	83.49	80.61	91.10	91.59	88.21	101.31	103.69	96.11

**Anexo 5. Diámetro de injerto parámetro evaluado durante 180 días en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos (mm)**

N° DE PLANTAS	22/01/2016			7/03/2016			21/04/2016			5/06/2016			20/07/2016		
	0 días			45 días			90 días			135 días			180 días		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
P1	3.50	3.15	3.75	3.65	3.70	3.70	3.95	3.60	3.70	10.25	8.75	9.95	12.65	11.30	11.25
P2	4.35	4.65	4.60	4.45	4.25	4.55	4.65	5.10	4.45	10.95	10.25	9.75	13.25	12.65	11.05
P3	4.10	3.45	4.15	4.35	3.45	4.95	4.85	3.70	4.05	10.85	10.05	10.95	13.55	12.40	13.00
P4	3.80	4.25	4.35	4.25	4.95	4.05	4.35	5.90	4.15	10.45	10.30	10.10	13.15	12.95	12.15
P5	4.20	3.50	4.00	4.00	4.30	4.75	4.10	4.50	4.55	10.65	9.95	9.65	12.65	12.15	11.85
P6	5.45	4.00	4.15	5.55	3.85	3.95	5.60	4.95	4.95	11.75	10.35	9.90	14.00	12.95	11.85
P7	4.25	4.35	6.20	4.20	4.55	5.85	4.10	5.35	5.95	10.10	10.15	9.80	12.05	12.00	12.80
P8	4.15	3.95	3.00	4.05	3.75	3.10	4.15	4.95	3.20	9.95	10.10	8.30	11.85	12.35	11.35
P9	4.05	5.05	3.35	5.10	5.00	3.30	5.90	6.25	3.05	10.00	11.15	8.20	12.15	13.10	11.00
SUMATORIA	37.85	36.35	37.55	39.60	37.80	38.20	41.65	44.30	38.05	94.95	91.05	86.60	115.30	111.85	106.30
PROMEDIO	4.21	4.04	4.17	4.40	4.20	4.24	4.63	4.92	4.23	10.55	10.55	9.62	12.81	12.43	11.81

**Anexo 6. Diámetro de copa parámetro evaluado al inicio y al final del experimento en un mutante de limón Sutil sin semilla sobre tres portainjertos (cm)**

N° DE PLANTAS	22/01/2016			20/07/2016		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
P1	20.50	22.00	20.00	60.30	61.80	61.00
P2	25.80	20.70	21.00	84.70	65.00	72.10
P3	22.50	27.00	20.50	74.50	90.20	67.50
P4	24.10	21.50	23.00	80.00	81.00	82.50
P5	23.60	22.30	22.70	79.50	82.50	72.90
P6	24.00	22.40	24.50	79.00	79.50	80.30
P7	21.50	26.50	22.00	73.50	78.80	70.50
P8	24.80	24.50	22.30	84.10	84.30	71.70
P9	24.50	25.00	23.80	78.50	88.50	84.00
<b>SUMATORIA</b>	<b>211.30</b>	<b>211.90</b>	<b>199.80</b>	<b>694.10</b>	<b>711.60</b>	<b>662.50</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>23.48</b>	<b>23.54</b>	<b>22.20</b>	<b>77.12</b>	<b>79.07</b>	<b>73.61</b>



**Anexo 7. Número de días del inicio de brotamiento del primer flujo en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos**

N° DE PLANTAS	INICIO DE BROTAMIENTO DEL PRIMER FLUJO EN DÍAS DESDE EL INICIO DEL EXPERIMENTO		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
P1	15.00	15.0	15.0
P2	10.00	15.0	15.0
P3	15.00	15.0	15.0
P4	15.00	15.0	15.0
P5	10.00	15.0	15.0
P6	10.00	15.0	20.0
P7	15.00	15.0	15.0
P8	15.00	20.0	15.0
P9	15.00	15.0	20.0
<b>SUMATORIA</b>	120.00	140.00	145.00
<b>PROMEDIO</b>	13.33	15.56	16.11

**Anexo 8. Longitud de brote a 45 y 90 días de iniciado el experimento en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos (cm)**

N° DE PLANTAS	7/03/2016			21/04/2016		
	45 días			90 días		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
P1	8.28	7.84	6.50	16.83	15.20	13.36
P2	7.44	8.38	6.64	16.44	17.38	13.54
P3	8.64	8.12	6.86	17.44	17.30	14.98
P4	8.82	8.32	7.26	18.08	16.42	14.90
P5	8.84	8.50	7.94	21.62	18.14	16.30
P6	7.20	8.02	8.22	20.14	13.44	17.10
P7	8.54	7.44	8.04	19.66	14.52	17.12
P8	8.04	7.60	7.28	19.45	15.13	15.38
P9	8.82	7.82	7.48	19.96	15.20	16.16
<b>SUMATORIA</b>	74.62	72.04	66.22	169.62	142.73	138.84
<b>PROMEDIO</b>	8.29	8.00	7.36	18.85	15.86	15.43

**Anexo 9. Diámetro de brote a 45 y 90 días de iniciado el experimento en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos (mm)**

N° PLANTAS	7/03/2016			21/04/2016		
	45 días			90 días		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
P1	1.06	1.50	1.42	2.36	2.26	1.91
P2	1.13	1.81	1.77	1.85	2.29	2.26
P3	1.27	1.67	1.74	2.31	2.34	2.35
P4	1.46	1.29	1.44	2.60	1.90	1.98
P5	1.81	1.87	1.64	2.78	2.27	2.12
P6	1.34	1.70	1.56	2.13	2.20	2.17
P7	2.39	1.90	1.48	2.68	2.35	2.26
P8	1.94	1.71	1.35	2.41	2.28	1.88
P9	1.63	1.74	1.52	2.33	2.27	2.19
SUMATORIA	14.03	15.19	13.92	21.45	20.16	19.12
PROMEDIO	1.56	1.69	1.55	2.38	2.24	2.12

**Anexo 10. Número de días del inicio de brotamiento del segundo flujo en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos**

N° DE PLANTAS	INICIO DEL BROTAMIENTO DE SEGUNDO FLUJO EN DIAS DESDE EL INICIO DEL EXPERIMENTO		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
P1	105.00	120.0	105.0
P2	108.75	105.0	120.0
P3	105.00	114.0	105.0
P4	105.00	112.5	105.0
P5	105.00	120.0	120.0
P6	120.00	111.0	105.0
P7	105.00	111.0	120.0
P8	105.00	120.0	105.0
P9	114.00	111.0	105.0
<b>SUMATORIA</b>	972.75	1024.50	990.00
<b>PROMEDIO</b>	108.08	113.83	110.00

**Anexo 11. Velocidad de crecimiento del brote (primer flujo) en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos**

N° DE PLANTAS	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO (mm/día)			VELOCIDAD DE CRECIMIENTO (mm/día)			VELOCIDAD DE CRECIMIENTO (mm/día)		
	De 0 a 45 días			De 45 a 60 días			De 60 a 90 días		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
P1	1.84	1.74	1.44	4.18	3.91	4.16	2.28	1.50	2.70
P2	1.65	1.86	1.48	5.88	5.80	6.68	0.18	0.30	0.22
P3	1.92	1.80	1.52	5.47	6.01	7.80	0.60	0.17	0.32
P4	1.96	1.85	1.61	5.92	5.24	7.44	0.38	0.24	0.20
P5	1.96	1.89	1.76	8.03	6.31	8.22	0.74	0.18	0.14
P6	1.60	1.78	1.83	7.47	3.45	8.74	1.74	0.24	0.14
P7	1.90	1.65	1.79	6.43	4.56	8.96	1.48	0.24	0.12
P8	1.79	1.69	1.62	7.07	4.89	7.97	0.81	0.20	0.13
P9	1.96	1.74	1.66	6.81	4.83	8.50	0.92	0.14	0.18
<b>SUMATORIA</b>	16.58	16.01	14.72	57.25	44.99	68.47	9.13	3.21	4.15
<b>PROMEDIO</b>	1.84	1.78	1.64	6.36	5.00	7.61	1.01	0.36	0.46

**Anexo 12. Velocidad de engrosamiento del brote (primer flujo) en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos**

N° DE PLANTAS	VELOCIDAD DE ENGROSAMIENTO (mm/día)			VELOCIDAD DE ENGROSAMIENTO (mm/día)			VELOCIDAD DE ENGROSAMIENTO (mm/día)		
	De 0 a 45 días			De 45 a 60 días			De 60 a 90 días		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
P1	0.24	0.33	0.32	0.69	0.32	0.40	0.27	0.28	0.09
P2	0.25	0.40	0.39	0.41	0.19	0.35	0.11	0.20	0.14
P3	0.28	0.37	0.39	0.45	0.27	0.50	0.37	0.26	0.11
P4	0.32	0.29	0.32	0.60	0.30	0.45	0.24	0.16	0.09
P5	0.40	0.42	0.36	0.58	0.12	0.34	0.10	0.22	0.14
P6	0.30	0.38	0.35	0.25	0.20	0.43	0.41	0.20	0.18
P7	0.53	0.42	0.33	0.13	0.19	0.63	0.10	0.17	0.15
P8	0.43	0.38	0.30	0.15	0.27	0.44	0.25	0.17	0.09
P9	0.36	0.39	0.34	0.28	0.23	0.54	0.28	0.18	0.13
<b>SUMATORIA</b>	3.12	3.38	3.09	3.53	2.09	4.08	2.13	1.84	1.12
<b>PROMEDIO</b>	0.35	0.38	0.34	0.39	0.23	0.45	0.24	0.20	0.12

**Anexo 13. Número de hojas por brote a 45 y 90 días de iniciado el experimento en un mutante de limón Sutil sin semilla en tres portainjertos**

N° DE PLANTAS	7/03/2016			21/04/2016		
	45 días			90 días		
	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA	LIMÓN VOLKAMERIANO	LIMÓN RUGOSO	MANDARINA CLEOPATRA
P1	7.20	7.00	6.80	17.50	15.00	14.00
P2	7.60	8.40	7.20	17.20	19.60	14.40
P3	8.20	8.00	7.60	17.80	19.75	15.50
P4	7.80	7.80	8.00	21.50	15.80	15.40
P5	8.20	8.40	8.60	21.20	18.00	16.80
P6	7.60	7.60	8.40	21.00	17.80	17.40
P7	8.00	8.20	8.80	22.00	15.20	17.80
P8	8.20	8.00	8.60	22.25	19.50	19.00
P9	8.40	7.40	7.60	21.60	15.20	16.40
SUMATORIA	71.20	70.80	71.60	182.05	155.85	146.70
PROMEDIO	7.91	7.87	7.96	20.23	17.32	16.30

**Anexo 14. Promedio de evaluaciones entomológicas realizadas en el campo experimental durante los 6 meses que duró el proyecto de investigación.**

PLAGAS		21/02/2016			20/03/2016			23/04/2016			22/05/2016			18/06/2016			23/07/2016		
		L VOLKAMERIANO	L RUGOSO	M. CLEOPATRA	L VOLKAMERIANO	L RUGOSO	M. CLEOPATRA	L VOLKAMERIANO	L RUGOSO	M. CLEOPATRA	L VOLKAMERIANO	L RUGOSO	M. CLEOPATRA	L VOLKAMERIANO	L RUGOSO	M. CLEOPATRA	L VOLKAMERIANO	L RUGOSO	M. CLEOPATRA
Queresa redonda		14.20	15.40	14.60	7.40	7.60	8.00	7.00	6.80	7.00	6.20	6.00	6.00	10.80	10.60	10.40	14.80	15.60	15.00
Queresa coma		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pulgón		8.00	8.20	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.60	7.20	7.00	7.20	7.40	7.20	7.40	6.80	7.40
Mosca blanca		24.80	26.00	25.60	18.00	18.80	18.40	18.00	17.80	18.20	20.20	22.00	21.40	21.00	22.60	21.80	21.80	22.40	21.20
Piojo blanco		29.20	28.60	29.00	21.00	22.20	21.40	20.40	21.00	20.60	20.00	20.40	20.00	25.20	26.00	26.20	27.40	27.80	28.00
Araña roja		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Minador de hoja	n° hojas totales	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	n° hojas dañadas	33%	32%	30%	21%	20%	20%	16%	17%	18%	18%	19%	17%	30%	29%	28%	24%	25%	25%
	larvas	5.00	5.00	6.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00
	pupas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Control biológico	Coccinélidos	0.60	0.60	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.20	0.20	0.40	0.60	0.40	0.60	0.60	0.40	0.40	0.40	0.40
	Chrysopas	3.00	3.20	2.80	2.00	1.60	1.80	2.60	3.00	2.80	2.80	2.60	2.80	3.40	3.20	3.40	3.60	3.40	3.20
	Syrphidos	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



## Anexo 15. Resultados del Análisis de suelo



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

## FACULTAD DE AGRONOMIA

### Departamento Académico de Suelos

#### ANALISIS DE SUELO

Solicitante : Guiselly Rojas García  
Procedencia : Cieneguillo Sur - Sullana.  
Fecha : 21 de abril de 2017.

Determinaciones	Valores
Conductividad Eléctrica (dS/m)	2.49
pH (1:2.5)	8.35
Calcáreo - %	12.16
Materia Orgánica - %	0.10
Nitrógeno Total (N) - %	0.01
Fósforo Disponible (P) ppm	7
Potasio Asimilable (K) ppm	130
Clase Textural	Franco
Arena (%)	50
Limo (%)	26
Arcilla (%)	24
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C) – meq/100g	14.63
Cationes Cambiables (meq/100g)	
Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ )	12.00
Magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ )	2.10
Potasio ( $\text{K}^{+}$ )	0.31
Sodio ( $\text{Na}^{+}$ )	0.22

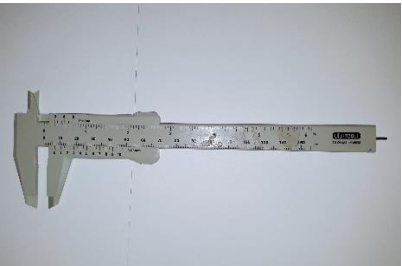
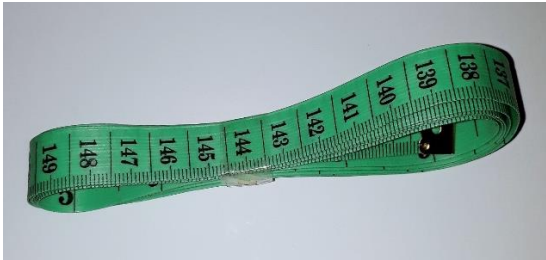


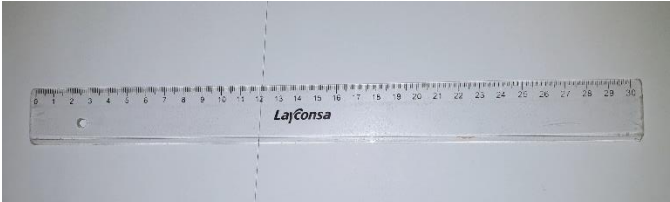
**Nota: Muestra tomada por el usuario.**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DPTO. ACADÉMICO DE SUELOS  
Ing° José R. Argüello

**Anexo 16. Cartilla entomológica para evaluar poblaciones de plagas importantes en el cultivo de limonero.**

CARTILLA DE EVALUACIÓN ENTOMOLÓGICA EN LIMONERO																
FECHA:																
LUGAR:																
EVALUADOR:																
PLAGA	GRADOS DE ATAQUE	N° DE PLANTAS														
		L. VOLKAMERIANO					L. RUGOSO					M. CLEOPATRA				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Queresa redonda	0															
	1															
	2															
	3															
PROMEDIO																
Queresa coma	0															
	1															
	2															
	3															
PROMEDIO																
Pulgón	0															
	1															
	2															
	3															
PROMEDIO																
Mosca blanca	0															
	1															
	2															
	3															
PROMEDIO																
Piojo blanco	0															
	1															
	2															
	3															
PROMEDIO																
Arañita roja	0															
	1															
	2															
	3															
PROMEDIO																
Minador de hoja	n° hojas totales															
	n° hojas dañadas															
	%															
	larvas															
	PROMEDIO															
	pupas															
	PROMEDIO															
Control biológico	Coccinélidos															
	PROMEDIO															
	Chrysopas															
	PROMEDIO															
	Syrphidos															
PROMEDIO																
OBSERVACIONES																

## Anexo 17. Galería de fotos de los materiales empleados en la fase de campo

	
<p><b>Foto 1. Vernier o pie de Rey</b></p>	<p><b>Foto 2. Cinta métrica</b></p>
	
<p><b>Foto 3. Etiquetas para los brotes</b></p>	<p><b>Foto 4. Lupa entomológica</b></p>
	
<p><b>Foto 5. Regla graduada</b></p>	



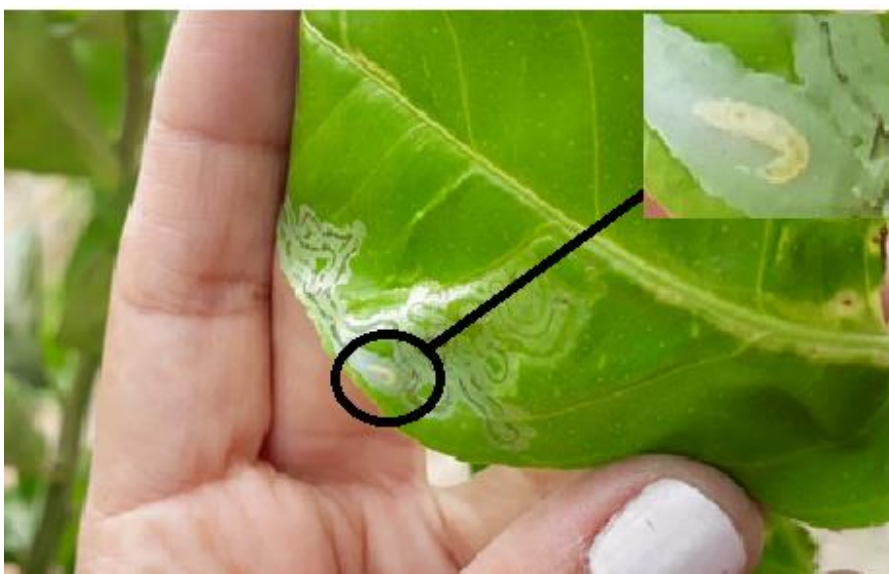
**Anexo 18. Galería de fotos de la metodología realizada en campo.**

		
<b>Foto 1. Campo experimental</b>	<b>Foto 2. Identificación de plantas</b>	<b>Foto 3. Plantas marcadas</b>
		
<b>Foto 4. Selección de brotes terminales</b>	<b>Foto 5. Medición inicial del diámetro de copa</b>	<b>Foto 6. Medición final del diámetro de copa</b>
		
<b>Foto 7. Medición de brotes de 2do flujo</b>	<b>Foto 8. Brote de primer flujo</b>	<b>Foto 9. Inicio de brotamiento de primer flujo</b>
		
<b>Foto 10. Registro del diámetro de brote</b>	<b>Foto 11. Evaluaciones de plagas</b>	<b>Foto 12. Medición de altura de planta</b>
		
<b>Foto 13. Color rojizo característico del patrón limón Volkameriano</b>	<b>Foto 14. Medición de longitud de brotes</b>	<b>Foto 15. Individuos de piojo blanco</b>





**Foto 16. Presencia de daños ocasionados por el minador de hoja.**



**Foto 17. Larva de *Phyllocnistis citrella* realizando galerías en el envés de la hoja.**



**Foto 18, 19 y 20. Posturas de huevos, ninfas y adulto de mosca blanca *Aleurothrixus floccosus*.**



**Foto 21. Colonias de queresa redonda *Selenaspidus articulatus*.**



**Foto 22 y 23 . Colonias de piojo blanco *Pinnaspis aspidistrae*.**



**Foto 24 y 25. Colonias de pulgón negro *Toxoptera aurantii* presentes en brotes tiernos.**





**Foto 26. Presencia de coccinélidos**



**Foto 27 y 28. Posturas de huevos de crysopas**